



**Análisis del uso ancestral y aplicaciones actuales de la goma del fruto del género *Cordia*
L. (Boraginaceae Juss.) como biopolímero en el área farmacéutica y alimentaria sobre la
base de estudios publicados entre 1981 y 2021**

Loor Constantine, Stephany Teresa

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería en Biotecnología

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Biotecnología

Debut, Alexis Patrice Martial Ph.D

19 de enero del 2022



Escrito_tesis_Loor_Stephany.docx

Scanned on: 19:49 January 12, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text



Escrito_tesis_Loor_Stephany.docx
ALEXIS PATRICE
MARTIAL DEBUT

Identical Words	67
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	61
Omitted Words	0



Website | Education | Businesses



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Análisis del uso ancestral y aplicaciones actuales de la goma del fruto del género *Cordia* L. (Boraginaceae Juss.) como biopolímero en el área farmacéutica y alimentaria sobre la base de estudios publicados entre 1981 y 2021**” fue realizado por la señorita **Loor Constantine, Stephany Teresa** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 17 de enero del 2022

Firma:



Debut, Alexis Patrice Martial Ph.D

C.C. 1725238297



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Stephany Teresa Loor Constantine**, con cédula de ciudadanía N°**1313247593**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación "**Análisis del uso ancestral y aplicaciones actuales de la goma del fruto del género *Cordia L.* (Boraginaceae Juss.) como biopolímero en el área farmacéutica y alimentaria sobre la base de estudios publicados entre 1981 y 2021**" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 18 de enero del 2022

Firma

Stephany Teresa Loor Constantine

C.C.:1313247593



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Stephany Teresa Loor Constantine** con cédula de ciudadanía N°**1313247593**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación "**Análisis del uso ancestral y aplicaciones actuales de la goma del fruto del género *Cordia L.* (Boraginaceae Juss.) como biopolímero en el área farmacéutica y alimentaria sobre la base de estudios publicados entre 1981 y 2021**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 18 de enero del 2022

Firma

Stephany Teresa Loor Constantine

C.C.:1313247593

Dedicatoria

A la niña que un día decidió, con gran ilusión, que en el futuro iniciaría una carrera de investigación científica.

A mi abuela, mamá y hermanos, las primeras personas que conocí en el mundo, que me amaron sin conocerme, que me completan y hacen de mí una mejor persona. Los amo.

Agradecimientos

A Dios por acompañarme en la aventura de vivir sola y dejar la ciudad en la que crecí, por protegerme siempre y no dejarme caer. A mi mamá, Cruz Constantine, por darme el amor, paciencia, apoyo y confianza que hizo de mí una persona segura y decidida en sus metas. A mi abuela Clemencia, mi mejor recuerdo de niña, por ser mi mayor inspiración y guiarme desde el cielo. A mis hermanos, Julissa y Julio, por ser mis mejores amigos, por soportarme, aconsejarme y pensar siempre en lo mejor para mí. A mis cinco sobrinos/as por ser mi compañía, por darme su cariño sincero y enseñarme cada día lo sorprendente que es pensar como niños. A mis cuñados por siempre estar, en los buenos y malos momentos. A las personas que pasaron y están en mi vida, por sus enseñanzas, consejos y cariño.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas por darme una de las mejores experiencias de mi vida, por permitirme conocer profesores y compañeros muy capaces como profesionales y humanos.

A mi tutor de proyecto, Alexis Debut, por la confianza depositada en mí, por sus comentarios y sugerencias para hacer un mejor trabajo, por su paciencia y por motivarme a buscar y prepararme más. A Karla Vizuite y Katherine Pazmiño, por ser mis guías durante este proceso, por estar siempre pendientes y por apoyarme con sus valiosas ideas.

Índice de contenido

Resumen	13
Palabras clave:.....	13
Abstract	14
Keywords:.....	14
Capítulo I: Introducción	15
Justificación	17
Objetivos	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	20
Hipótesis	20
Capítulo II: Marco teórico	20
Género <i>Cordia</i>	20
<i>Cordia lutea</i> Lamarck (muyuyo)	21
<i>Cordia myxa</i> Linnaeus (assyriam plum).....	21
<i>Cordia dichotoma</i> G. Forst (clammy cherry).....	22
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz y Pav.) Oken (laurel).....	22
<i>Cordia verbenacea</i> DC. (erva baleeira).....	23
<i>Cordia nodosa</i> Lamarck. (palo de araña)	23
Compuestos fitoquímicos	24
<i>Metabolitos secundarios</i>	24
<i>Gomas y Mucílagos</i>	25
Métodos de Extracción, Separación y Caracterización de Compuestos	
Fitoquímicos	27
<i>Extracción y Separación de Compuestos Fitoquímicos</i>	27

<i>Caracterización de Compuestos Fitoquímicos</i>	29
Usos ancestrales medicinales y alimentarios	30
Aplicaciones actuales	31
<i>Industria Farmacéutica</i>	31
<i>Industria Alimentaria</i>	33
Capítulo III: Materiales y métodos	33
Fuentes de Información	33
Términos de Búsqueda	33
Criterios de Elegibilidad	34
Unidad de Análisis	34
Extracción y análisis de datos	34
Análisis Estadísticos	35
Capítulo IV: Resultados y discusión	36
Usos Ancestrales Medicinales y Alimentarios	44
<i>Hojas</i>	44
<i>Flores</i>	46
<i>Raíz</i>	47
<i>Frutos</i>	47
Métodos de Extracción, Identificación y Caracterización del Mucílago del Fruto de Especies del Género <i>Cordia</i> L.	48
<i>Métodos de Extracción</i>	48
<i>Métodos de Identificación</i>	49
<i>Métodos de Caracterización</i>	50
Aplicaciones Actuales del Mucílago del Fruto de Especies del Género <i>Cordia</i> L.	53
<i>Aplicaciones en el Área Farmacéutica</i>	53

<i>Aplicaciones en el Área Alimentaria</i>	56
<i>Otras Aplicaciones</i>	60
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	62
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Bibliografía	65

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Clasificación taxonómica del género Cordia L.</i>	21
Tabla 2 <i>Ensayos para la identificación cualitativa de compuestos fitoquímicos</i>	28
Tabla 3 <i>Variables a considerar para el análisis de frecuencias</i>	35
Tabla 4 <i>Ecuaciones a considerar para el cálculo de frecuencias</i>	36
Tabla 5 <i>Cantidad de documentos publicados por país empleando la metodología establecida</i>	38
Tabla 6 <i>Cantidad de documentos publicados por año empleando la metodología establecida</i>	39
Tabla 7 <i>Cantidad de documentos publicados por especie del género Cordia L. empleando la metodología establecida</i>	41
Tabla 8 <i>Cantidad de documentos encontrados por área de investigación empleando la metodología establecida</i>	43
Tabla 9 <i>Investigaciones realizadas a nivel de laboratorio para el diseño de fármacos empleando el mucílago de especies del género Cordia L.</i>	54
Tabla 10 <i>Investigaciones realizadas a nivel de laboratorio para el diseño de películas y recubrimientos comestibles empleando el mucílago de especies del género Cordia L.</i>	57
Tabla 11 <i>Investigaciones realizadas a nivel de laboratorio donde se emplea el mucílago de especies del género Cordia L. como aditivo alimentario</i>	59

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Diagrama de flujo de las etapas para la selección de documentos a incluir en el análisis</i>	37
Figura 2. <i>Distribución geográfica de los documentos encontrados en la búsqueda bibliográfica.....</i>	39
Figura 3. <i>Distribución por año de publicación de los documentos encontrados en la búsqueda bibliográfica.....</i>	40
Figura 4. <i>Especies del género Cordia L. que han sido investigadas en los documentos encontrados en la búsqueda bibliográfica.....</i>	42
Figura 5. <i>Porción de documentos categorizados por área de investigación encontrados en la búsqueda bibliográfica.....</i>	44

Resumen

Alrededor del mundo las plantas han sido utilizadas tradicionalmente con fines terapéuticos y profilácticos. Estas cumplen una serie de roles, desde actuar como fábricas para la producción de metabolitos secundarios y antibióticos hasta ser una fuente de polímeros útiles en varias industrias. Las ventajas que tienen los polímeros naturales de origen vegetal frente a los polímeros sintéticos, están relacionadas con la biodisponibilidad, biocompatibilidad y no toxicidad. Las gomas y mucílagos forman parte de los biopolímeros empleados en la industria textil, cosmética, farmacéutica y alimentaria. Especies del género *Cordia* L. han sido investigadas tanto por su uso ancestral medicinal como por su uso como biopolímero. Este estudio registra el fundamento científico en el que se apoyan los usos ancestrales medicinales atribuidos a especies del género *Cordia* L. Además, analiza las investigaciones desarrolladas con el mucílago del fruto de especies del género, así como su obtención y caracterización. Para ello se escogieron bases de datos internacionales (PubMed, ScienceDirect y Google Scholar) en las cuales se aplicaron los términos clave para la búsqueda de información, así como criterios de selección y elegibilidad. Los resultados revelan que los flavonoides y terpenos podrían ser la causa del efecto medicinal que presentan especies del género *Cordia* L. Adicionalmente se encontró que el mucílago del fruto de especies del género ha sido empleado, a nivel de laboratorio, para el diseño de fármacos, nanopartículas, recubrimientos y productos alimenticios. Con esto se evidencia una alternativa de biopolímero que podría ser evaluada en Ecuador y otros países de la región.

Palabras clave:

- **MUCÍLAGO**
- **INDUSTRIA ALIMENTARIA**
- **INDUSTRIA FARMACÉUTICA**

Abstract

Around the world, plants have traditionally been used for therapeutic and prophylactic purposes. They play a number of roles, from acting as factories for the production of secondary metabolites and antibiotics to being a source of polymers useful in various industries. The advantages of natural polymers of plant origin over synthetic polymers are related to bioavailability, biocompatibility and non-toxicity. Gums and mucilages are part of the biopolymers used in the textile, cosmetic, pharmaceutical and food industries. Species of the genus *Cordia* L. have been investigated both for their ancestral medicinal use and for their use as biopolymers. This study records the scientific basis on which the ancestral medicinal uses attributed to species of the genus *Cordia* L. are based. In addition, it analyzes the research developed with the mucilage of the fruit of species of the genus, as well as its obtaining, identification and characterization. For this purpose, international databases (PubMed, ScienceDirect and Google Scholar) were chosen, in which key terms were applied for the search of information, as well as selection and eligibility criteria. The results reveal that flavonoids and terpenes could be the reason for the medicinal effect of certain species of the genus *Cordia* L. Additionally, it was found that the mucilage of the fruit of species of the genus has been used, at the laboratory level, for the design of drugs, nanoparticles, coatings and food products. This provides evidence of an alternative biopolymer that could be evaluated in Ecuador and other countries in the region.

Keywords:

- **MUCILAGE**
- **FOOD INDUSTRY**
- **PHARMACEUTICAL INDUSTRY**

Capítulo I: Introducción

Alrededor del mundo las plantas medicinales han sido utilizadas tanto con fines profilácticos como terapéuticos, reportándose así como una fuente de antibióticos, antivirales, analgésicos, antineoplásicos, entre otros (Mawalagedera et al., 2019). A pesar de que se han identificado cerca de 28.187 especies con uso medicinal, tan solo el 16% han sido sometidas a ensayos experimentales y citadas en publicaciones médicas que aprueban su uso (Royal Botanic Gardens, 2017). Si bien es cierto que con la medicina moderna se han desarrollado cientos de fármacos aprobados clínicamente, algunas comunidades rurales no pueden acceder a ellos por sus costos elevados, así como también por sus preferencias culturales (Mbuni et al., 2020). Se estima que entre el 70-90% de la población de países en vías de desarrollo continúan aplicando la medicina ancestral basada en extractos de plantas (Anand et al., 2019).

El género *Cordia* L. pertenece a la familia Boraginaceae Juss. que consta aproximadamente de 2700 especies, de las cuales 300 pertenecen a este género (R. Gupta y Das, 2015). Estas especies se encuentran principalmente en zonas tropicales y subtropicales de países de América, Asia y África (Ferreira et al., 2015). En Ecuador se han reportado 33 especies de este género, seis de las cuales son endémicas (Aguirre, 2012). *Cordia myxa* Linnaeus (assyrian plum), especie registrada en países asiáticos, ha sido registrada en manuscritos de medicina Persa tradicional, donde se menciona su actividad como lubricante para la garganta y pulmones (Ameri et al., 2015). Los frutos de esta especie han sido estudiados por presentar actividad antitusiva (supresión de la tos) (Salimimoghadam et al., 2019), antiinflamatoria (Al-Awadi et al., 2001; Ranjbar et al., 2013), antimicrobiana (Jasiem et al., 2016) y antioxidante (Keshani-Dokht et al., 2018; Afzal et al., 2007; Afzal et al., 2009).

En efecto, el paso del tiempo, ha permitido que el uso de plantas medicinales pase de una práctica empírica a una práctica fundamentada en evidencia científica y

hechos explicativos (Petrovska, 2012). Cabe agregar, que el género *Cordia* L., no solamente ha sido estudiado por su uso medicinal ancestral, sino que la goma del fruto de algunas especies del género, ha sido investigadas para su uso en películas y recubrimientos comestibles (M. Castro, 2019; El-Mogy et al., 2020), sistemas de administración de fármacos orales y dérmicos (Moghimipour et al., 2012; H. Pawar et al., 2014; Duppala et al., 2016; Laubach et al., 2021), nanopartículas (Bharathi et al., 2018a; Saidu et al., 2019) y como aditivo alimentario (Hasani y Yazdanpanah, 2020). El término “goma” ha sido atribuido a las sustancias patológicas producidas por algunas plantas, como mecanismo de protección, en consecuencia a un estímulo mecánico externo o por enfrentarse a condiciones ambientales desfavorables (R. Singh y Barreca, 2020). A diferencia de estas, los mucílagos han sido considerados como sustancias fisiológicas producidas normalmente en las plantas (sin la afectación de un estímulo externo) (Jani et al., 2009). Si bien en manuscritos sobre la medicina Persa tradicional y en algunos estudios encontrados se menciona al contenido de los frutos del género *Cordia* L. como mucílago (Ameri et al., 2015; Choudhary y Pawar, 2014; Moghimipour et al., 2012; Troncoso et al., 2017), otros estudios denominan a este contenido como “Gum Cordia” que traducido al español significa “Goma de Cordia” (Tekade y Chaudhar, 2013; Samavati y Skandari, 2014; Keshani-Dokht et al., 2018; Singh y Barreca, 2020; Gonzaga et al., 2019). En el presente estudio se utilizará el término goma debido al término general con el que se lo conoce, a pesar de que, por definición, corresponde a mucílago.

Por otro lado, las gomas históricamente más importantes, debido a su valor comercial, incluyen la goma ghatti (*Anogeissus latifolia* Wall.), goma karaya (*Sterculia urens* Roxb.), goma tragacanto (*Astragalus gummifer* Labill.) y goma arábica (*Acacia senegal* (L.) Willd.) (Whistler, 1982). Actualmente, la preferencia del uso de gomas naturales, frente a gomas semi sintéticas o sintéticas, es debido a que estas son

biodegradables, no tóxicas, con alta capacidad de retención de agua, bajo costo y en general amigables con el ambiente (Choudhary y Pawar, 2014). Algunos inconvenientes presentados por los polímeros sintéticos incluyen pobre biocompatibilidad, contaminación del ambiente durante su síntesis y altos costos. El fruto de *Cordia lutea* Lamarck, especie nativa de Ecuador, ha sido utilizada tradicionalmente como un pegamento natural para fijar el cabello debido a su capacidad de adhesión (S. Castro, 2015). Por otra parte, ciertas regiones costeras del país han utilizado el tallo de este árbol como fuente de madera para la elaboración de muebles, postes y artesanías (Aguirre, 2012). Sin embargo, mediante una exploración de las aplicaciones de la goma de *Cordia lutea* Lamarck, registradas en la literatura científica, podrían evidenciarse nuevas oportunidades de uso de esta especie en búsqueda del beneficio de comunidades donde *Cordia lutea* Lam. crece en abundancia y no tiene ninguna aplicación definida.

Justificación

Los bosques tropicales han sido considerados como una fuente de metabolitos secundarios debido a la biodiversidad de especies vegetales encontradas en estas áreas (Balick et al., 1997). Ecuador posee, aproximadamente, 46% de la variabilidad de especies de árboles de bosques secos y tropicales del mundo (Indacochea et al., 2019). Específicamente, el Ecuador cuenta con aproximadamente 3.100 especies de plantas medicinales, muchas de las cuales son desconocidas para sus habitantes (Vacas Cruz et al., 2015). A nivel nacional, se cree que 7 de cada 10 habitantes emplean plantas medicinales con fines profilácticos y/o terapéuticos, cuyo uso proviene del conocimiento ancestral de las poblaciones (Veletanga, 2017). No obstante, en la mayoría de casos, no se conoce los mecanismos de acción ni el compuesto específico que actúa como principio activo al emplear especies vegetales por parte de estas poblaciones. Afortunadamente, el conocimiento ancestral medicinal ha aportado con especies

vegetales candidatas para su análisis en bioensayos que han permitido comprobar su efectividad, así como identificar metabolitos para ser aislados y utilizados en la elaboración de fármacos (Lewis y Elvin-lewis, 1995).

Según Aguirre (2012), en los bosques secos del Ecuador se han identificado 3 especies del género *Cordia*: *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken (laurel), *Cordia macrantha* Chodat (laurel negro) y *Cordia lutea* Lamarck (muyuyo). A pesar de ello, en Ecuador, los estudios relacionados a las propiedades medicinales de estas especies son limitados, ya que algunos autores solo mencionan sus propiedades medicinales más no la experimentación que la evidencie. El fruto de especies del género *Cordia* L. ha sido empleado ancestralmente tanto con fines medicinales como alimentario (Jamkhande et al., 2013; Tewolde-Berhan et al., 2015; Azizur y Akhtar, 2016; Estrada, 2019). Sin embargo, recientemente se ha estudiado el uso de la goma obtenida de los frutos como material para la elaboración de diversos materiales vinculados a la industria farmacéutica y alimentaria. Troncoso et al. (2017) evaluó las propiedades térmicas y reológicas de los frutos de *Cordia lutea* Lamarck, con lo que concluyó que su goma corresponde a un fluido pseudoplástico no Newtoniano con características deseables para ser usado en aplicaciones biomédicas como en bioadhesivos, biomateriales de cicatrización y sistemas de liberación de fármacos. Las gomas y mucilagos naturales han sido una fuente de estudios en el área farmacéutica y alimentaria debido a que ofrecen un material polimérico biodegradable de fácil obtención (Tekade y Chaudhar, 2013).

Recopilar información sobre las propiedades y aplicaciones que se ha dado a la “goma Cordia” es fundamental para dirigir nuevas investigaciones y desarrollo de productos en donde se encuentran distribuidas estas especies, incluido Ecuador. Según la información obtenida del International Trade Center (ITC) (2021b), en Ecuador, durante el 2020, se importaron 151 toneladas de gomas naturales, resinas,

gomorresinas, bálsamos y otras oleorresinas. Esta cantidad importada representa un valor de alrededor de US\$660.000. Estados Unidos y China son los países que presentan una mayor participación en las importaciones que presenta Ecuador, con un 48% y 32% de participación, respectivamente. Además, en ese mismo año, Ecuador importó 345 toneladas de mucílagos y espesantes derivados de productos vegetales (excluyendo agar-agar, semillas de guar y semillas de algarrobo), lo cual equivale a aproximadamente US\$2.5 millones (International Trade Center (ITC), 2021a). Por ello, resulta importante analizar nuevas alternativas para la obtención de gomas en el país.

Debido a las necesidades emergentes para obtener polímeros de fuentes naturales, que no contaminen el ambiente, que sean biocompatibles, baratos y fácilmente disponibles, surge el enfoque de este estudio. Siendo, el principal objetivo, recopilar información sobre las especies del género *Cordia* L. (Boraginaceae Juss.) que han sido estudiadas como biopolímero para la elaboración de materiales vinculados a la industria farmacéutica y alimentaria, así como los usos medicinales ancestrales y compuestos de interés que se hayan identificados hasta la actualidad. A manera de evidencia, se presentan alternativas que podrían implementarse en el campo de materiales, además de contribuir con la investigación de especies nativas de la región.

Objetivos

Objetivo general

Analizar los usos ancestrales y aplicaciones actuales de la goma del fruto del género *Cordia* L. (Boraginaceae Juss.) como biopolímero en el área farmacéutica y alimentaria sobre la base de estudios publicados entre 1981 y 2021.

Objetivos específicos

- Registrar el fundamento científico en el cual se apoyan los usos ancestrales farmacológicos y alimentarios del biopolímero de especies del género *Cordia* L.
- Comparar las aplicaciones farmacológicas ancestrales y actuales de la goma del fruto del género *Cordia* L. sobre la base de estudios publicados en el período 1981 a 2021.
- Determinar las formas de aplicación ancestral y actual de los productos farmacológicos y alimentarios elaborados con el biopolímero del fruto del género *Cordia* L. de acuerdo con estudios publicados en el período 1981 a 2021.

Hipótesis

Los estudios publicados entre 1981 y 2021 sobre las aplicaciones de la goma del fruto de especies del género *Cordia* L. (Boraginaceae Juss.) ofrecen resultados que permiten reconocer a este biopolímero como material de interés para la industria farmacéutica y alimentaria.

Capítulo II: Marco teórico

Género *Cordia*

El género *Cordia* L. comprende árboles y arbustos de orden perenne, está dentro de la familia Boraginaceae Juss. que consta de aproximadamente unas 2700 especies, sin embargo 300 de ellas pertenecen al género *Cordia* L. y están distribuidas ampliamente en las regiones tropicales del mundo, incluyendo África del este, India, Iraq, Pakistán, países de América central y del sur (R. Gupta y Das, 2015; Oza y Kulkarni, 2017). El nombre “*Cordia*” se atribuyó en honor al botánico Valerius Cordus (Al-Ati, 2011). En la **Tabla 1** se presenta la clasificación taxonómica del género. En Ecuador se han reportado 33 especies del género *Cordia* L., 6 de las cuales son endémicas (Aguirre, 2012).

Tabla 1

Clasificación taxonómica del género Cordia L.

Taxonomía	
Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Boraginaceae
Género	<i>Cordia</i>

Nota. Adaptado de Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 9 May 2021.

<http://www.tropicos.org> © 2021 [Missouri Botanical Garden](#) - 4344 Shaw Boulevard - Saint Louis, Missouri 63110

***Cordia lutea* Lamarck (muyuyo)**

Cordia lutea Lamarck es una especie nativa de Perú, Colombia y Ecuador, incluyendo las Islas Galápagos (Bernal et al., 2015). Algunos sinónimos del nombre científico que pueden encontrarse en bibliografía incluyen: *Cordia marchionica* Drake y *Cordia rotundifolia* Ruiz y Pav (WFO, 2021e). Esta especie corresponde a un arbusto que puede crecer hasta 5 metros de altura, sus flores son en forma de campana y de color amarillo, sus hojas son alternadas, simples, elípticas o redondeadas, sus frutos son bayas de color blanco con un contenido pegajoso en su mesocarpio y sus semillas son en forma ovoide y duras (Onan, 2018).

***Cordia myxa* Linnaeus (assyriam plum)**

Cordia myxa Linnaeus es una especie común de países de Asia y África (Al-Ati, 2011). Su mayor distribución se encuentra en la India, incluyendo regiones áridas y semi áridas (Meghwal et al., 2014). Es un árbol que puede llegar a medir hasta 5 metros

de alto, tiene hojas alternadas y simples, sus flores son unisexuales que pueden ser blancas o beige, su fruto es una drupa amarilla con una pulpa mucilaginoso (Al-Snafi, 2017). La floración se da en abril, mientras que la fructificación se da entre mayo y agosto (Amer et al., 2016). Algunos sinónimos del nombre científico incluyen: *Cordia ixiocarpa* F. Muell., *Cordia latifolia* Wall. ex G. Don, *Cordia officinalis* Lam., *Cordia paniculata* Roth y *Cordia sebestena* Forssk (WFO, 2021f).

***Cordia dichotoma* G. Forst (clammy cherry)**

Su distribución geográfica incluye países con clima tropical y subtropical, como India, Egipto y Filipinas, creciendo mayoritariamente en barrancos y valles húmedos (Jamkhande et al., 2013). Adicionalmente, se ha reportado la existencia de esta especie en islas del Caribe como Barbados, Cuba y Jamaica (Aimey et al., 2020). Corresponde a un árbol de hasta 12 metros de altura, sus hojas son simples y dentadas, tiene flores masculinas y hermafroditas de color blanco y frutos de color salmón claro con un contenido viscoso casi transparente (S. Prajapati et al., 2017). La temporada de fructificación es de julio a septiembre (R. Gupta y Das, 2015). Algunos sinónimos del nombre científico incluyen: *Cordia brownii* A. DC, *Cordia griffithii* C.B. Clarke, *Cordia indica* Lam., *Cordia latifolia* Roxb., *Cordia obliqua* Willd, entre otros (WFO, 2021d). Amer et al. (2016) menciona que esta especie es, visualmente similar a *Cordia myxa* Linnaeus. Sin embargo, pueden diferenciarse por el tamaño de los frutos; más pequeños en *Cordia myxa* Linnaeus.

***Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken (laurel)**

El laurel, es un árbol conocido en varios países de la zona tropical de América latina y el Caribe debido a la dureza y acabado liso de su madera (Marulanda et al., 2011). Su distribución geográfica comprende las zonas de bosque húmedo y seco tropical. Es la especie más dispersa del género *Cordia* L., encontrándose desde el norte de México hasta América del Sur (International Tropical Timber Organization (ITTO),

2020). Esta especie es conocida por ofrecer madera de calidad atractiva para la elaboración de muebles y artesanías (Guamán, 2018). Es una especie valiosa en sistemas agroforestales y usualmente se encuentra en conjunto con plantaciones de caña de azúcar, café, banano y cacao (Somarriba et al., 1998). Entre sus características fenotípicas se encuentra que es un árbol de tamaño mediano a grande, en condiciones óptimas puede llegar a medir hasta 40 m de altura, presenta hojas finas de color verde amarillentas, flores de color blanco que crecen en racimos y frutos cilíndricos con no más de 1 cm de longitud, de color café claro a grisáceo (CATIE, 1994; Liegel y Stead, 1990). Algunos de los sinónimos utilizados para identificar esta especie, incluyen: *Cerdana alliodora* Ruiz y Pav, *Cordia andina* Chodat, *Cordia velutina* Mart, *Cordia cerdana* Roem. y Schult (WFO, 2021b). Su primera floración se da entre los 2 y 5 años de edad entre los meses de diciembre y marzo, mientras que la fructificación se desarrolla de 1 a 2 meses después del inicio de la florescencia (Liegel y Stead, 1990).

***Cordia verbenacea* DC. (erva baleeira)**

Su distribución geográfica se establece desde América Central hasta el Sur de Brasil (Hoeltgebaum et al., 2015). Esta especie corresponde a un arbusto perenne, muy ramificado con una altura media de 1.5-2.5 metros, sus hojas aromáticas son simples y alternas, tiene flores pequeñas de color blanco y frutos ovoides rojos con una semilla en su interior (Florien, 2015; WSSA, 2013). Entre los sinónimos que se utilizan para la identificación de esta especie se tienen: *Cordia salicina* A.DC, *Cordia curassavica* (Jacq) Roem y Schult, entre otros (WFO, 2021c). Algunos de sus componentes fitoquímicos identificados incluyen monoterpenos, sesquiterpenos, triterpenos, flavonoides y ácidos grasos (Gilbert y Favoreto, 2013).

***Cordia nodosa* Lamarck. (palo de araña)**

Esta especie se encuentra distribuida en varios países de América del Sur, incluyendo Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y Ecuador (Luzuriaga-Quichimbo, 2017).

Se identifica como un árbol de hasta 10 m de altura, hojas homomórficas con un limbo lanceolado, flores bisexuales de color amarillo y frutos ovoides anaranjados (Stapf, 2020). Algunos sinónimos empleados para la identificación de esta especie, incluyen *Cordia miranda* A.DC, *Cordia hirsuta* Willd, *Cordia collococa* Aubl, entre otras (WFO, 2021g). Además, su madera ha sido empleada por los habitantes de la zona para la construcción de sus viviendas. Esta especie ha sido identificada en las provincias de Napo, Pastaza, Sucumbíos, Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Orellana (Luzuriaga-Quichimbo, 2017).

Compuestos fitoquímicos

Las plantas son consideradas como fábricas de fármacos por su capacidad de producir un sinnúmero de compuestos activos (Rischer et al., 2013), los cuales pueden tener actividad antimicrobiana, antioxidante y/o antiinflamatoria, convirtiéndolos en sustancias importantes para la industria biotecnológica (Altemimi et al., 2017; Gunjal, 2020).

Metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios corresponden a sustancias producidas para proteger a la planta contra enfermedades y daños externos que puedan ser perjudiciales (Saxena et al., 2013). Son específicos para cada especie, donde se tiene que alrededor del 15-25% de los 20.000-60.000 genes que tienen las plantas, codifican enzimas del metabolismo secundario (Pichersky y Gang, 2000). Principalmente, estos compuestos están clasificados en 3 categorías: terpenos, fenoles y compuestos que contienen nitrógeno y azufre (Pagare et al., 2015). Los terpenos comprenden el grupo más numeroso de metabolitos secundarios (alrededor de 40.000) y son clasificados de acuerdo al número de isoprenos que contenga (Pichersky y Gang, 2000). Participan como moléculas de defensa, compuestos tóxicos, atraedor de polinizadores y como disuasivos de alimentos para insectos (González et al., 2019).

Los compuestos fenólicos comprenden aquellos metabolitos que contienen un grupo fenol en su estructura, la cual corresponde a un anillo aromático con un grupo funcional hidroxilo (Pagare et al., 2015). Estos compuestos cumplen diversas funciones en las plantas, incluyendo actividad antioxidante (Abdel-Aleem et al., 2019; Al-Musayeib et al., 2011; El-Newary et al., 2018; Nandedkar y Mulani, 2015; Tewolde-Berhan et al., 2015), protección UV (Abdel-Aleem et al., 2019; Ebrahimzadeh et al., 2014), alelopatía (Goswami y Ray, 2020) y producción de fitoalexinas para defensa contra insectos (Ventrella y Marinho, 2008; Perveen y Al-Taweel, 2017). La capacidad antioxidante que tienen los compuestos orgánicos es atribuida, tanto por neutralizar la acción de los radicales libres como por la quelación de iones metálicos liberados en la producción de radicales libres (Pereira et al., 2009).

Gomas y Mucílagos

Gomas. Son consideradas como productos patológicos formados después de una lesión en la planta o por enfrentarse a condiciones desfavorables (Wadhwa et al., 2013). Las gomas que contienen polisacáridos en forma lineal son más viscosas que aquellas que son ramificados debido al espacio que ocupan (R. Singh y Barreca, 2020). Dentro de la clasificación de las gomas, se tiene la clasificación de gomas de acuerdo a su carga, donde se tienen gomas no iónicas y gomas aniónicas (V. Prajapati et al., 2013). Algunos estudios clasifican a la goma obtenida de especies del género *Cordia* L. como una goma aniónica (El-Mogy et al., 2020; Ahuja et al., 2013; Dhiman et al., 2015).

Goma arábiga. La goma arábiga corresponde a un biopolímero obtenido como un exudado de las especies arbóreas *Acacia Senegal* (L.) Willd. y *Acacia seyal* Del., encontradas en África oeste y central, así como en zonas tropicales y semi tropicales del mundo (B. H. Ali et al., 2009). Su composición está basada en arabinogalactanos, proteínas arabinogalactanos y glicoproteínas (Musa et al., 2019). Las soluciones por debajo del 40% de concentración de la goma mantienen un comportamiento

Newtoniano, mientras que a mayores concentraciones se comporta como un pseudoplástico no Newtoniano (Dauqan y Abdullah, 2013). Mantiene propiedades de viscosidad, estabilización, adhesividad, emulsión y nutrición que la vuelve atractiva para distintas industrias (Barak et al., 2020). Es altamente empleada en industrias del sector textil, cerámica, litografía, cosmética, farmacéutica y alimentaria (Montenegro et al., 2012).

Goma guar. La goma guar es obtenida a partir de las semillas de la especie vegetal *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub., que crece principalmente en India y Pakistán (Mudgil et al., 2014). Principalmente se utiliza como espesante natural, emulsionante, estabilizador, adhesivo, gelificante, floculante e hidrocoloide (Yousif et al., 2017). En su composición se encuentran polisacáridos de galactomananos, cuya concentración es la responsable de brindar viscosidad para las preparaciones comerciales de la goma (Mudgil et al., 2014). La goma guar carece de ácido urónico, que es un componente usualmente encontrado en gomas y mucílagos (Tripathy y Das, 2013). En solución, la goma guar presenta una viscosidad disminuida cuando aumenta la velocidad de cizallamiento, demostrando un comportamiento pseudoplástico no Newtoniano (Tripathy y Das, 2013). Ha sido ampliamente utilizado en la industria alimentaria, de explosivos, agricultura, farmacéutica, textil, cosmética y en la producción del papel (Thombare et al., 2016).

Goma tragacanto. Esta clase de goma es obtenida a partir del exudado de *Astragalus gummifer* Labill., *Astragalus microcephalus* Willd. u otras especies (Barak et al., 2020). Las especies de las cuales se obtiene esta goma, están distribuidas por el Medio Oriente, incluyendo países como Turquía, Iraq, Siria, Afganistán, entre otros (Yazdanshenas et al., 2014). Generalmente está compuesta por ácido D-galacturónico, D-galactosa, L-fucosa, D-xilosa, L-arabinosa, L-ramnosa, cuyas concentraciones van a variar dependiendo de la especie y sitio de donde fue obtenida (Ahmadi, 2013). La

goma consiste en dos fracciones, una hinchable en agua (60-70%), denominada ácido tragacanto y otra fracción soluble en agua denominada tragacanthin (Williams, 2015). Entre sus propiedades atractivas para la industria farmacéutica y alimentaria, se tiene que actúa como estabilizador, aglutinante, emulsionante, espesante, sustituto de grasa y agente de reticulación (Dmour y Taha, 2018; Taghavizadeh Yazdi et al., 2021)

Mucílagos. Los mucílagos son conocidos como sustancias que, a diferencia de las gomas, no se producen por estímulos externos (cortes, heridas o depredadores) sino que son consideradas como productos normales del metabolismo secundario intracelular de las plantas (R. Singh y Barreca, 2020). De manera general, los mucílagos están conformados por proteínas, glicoproteínas, polisacáridos y ácidos urónicos (Chaudhary et al., 2014). Estos han sido utilizados en la medicina tradicional para tratar procesos inflamatorios del tracto gastrointestinal y respiratorio (Ameri et al., 2015). El mecanismo de acción de los mucílagos consiste en recubrir las membranas mucosas, protegiéndolas del daño (Amiri et al., 2021). Contienen enlaces de hidrógeno entre distintos grupos funcionales y grupos polares que los convierte en materiales útiles para la formación de películas y geles, así como para la preparación de emulsiones y nanopartículas (Tosif et al., 2021).

Métodos de Extracción, Separación y Caracterización de Compuestos

Fitoquímicos

Extracción y Separación de Compuestos Fitoquímicos

Screening o Tamizaje Fitoquímico. El tamizaje fitoquímico comprende una serie de procesos físicos y químicos que permiten extraer e identificar sustancias activas presentes en un material vegetal (Srivastava et al., 2013). Algunos de los procesos dentro de la extracción incluyen maceración, infusión, digestión, decocción, percolación, extracción con soxhlet, sonicación, extracción con fluido supercrítico, entre otros (Bandiola, 2018). Para llevar a cabo una correcta extracción se debe conocer la

naturaleza de las sustancias que van a ser extraída, así como los solventes a emplear (Srivastava et al., 2013). Una vez obtenida la fracción requerida, se somete a pruebas químicas para identificar sus componentes de manera cualitativa. En la **Tabla 2** se muestran algunas pruebas de identificación de compuestos fitoquímicos.

Tabla 2

Ensayos para la identificación cualitativa de compuestos fitoquímicos

Compuesto a identificar	Ensayo
Alcaloides	Dragendorff, Mayer, Wagner, Valser, Hager
Fenoles	Ensayo de acetato de plomo
Flavonoides	Shinoda, Bate-Smith y Metcalf
Saponinas	Ensayo de espuma
Taninos	Ensayo de cloruro férrico
Triterpenoides	Salkowski
Fitoesteroles	Libermann-Burchard

Nota. Adaptado de “Extraction and qualitative phytochemical screening of medicinal plants: a brief summary”, de Bandiola, T. 2018.

Cromatografía. La cromatografía es una técnica de separación basada en la separación de las moléculas que entran en contacto con una fase estacionaria (sólida) y que migran por acción de una fase móvil (líquida) (Coskun, 2016). A partir de este fundamento, se han desarrollado variantes que se acoplan a las necesidades de la muestra a separar. Algunas de estas variantes incluyen cromatografía de afinidad, cromatografía de intercambio iónico, cromatografía de gases, cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), entre otras (Sapkota, 2020). Actualmente, la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) es uno de los equipos de cromatografía más empleados para la separación de componentes a nivel de laboratorio e industrias (Vacek y Klejdus, 2010). Es una eficiente herramienta de análisis que permite separar compuestos a través de una columna, mediante el efecto de solventes específicos

manejando parámetros como temperatura, flujo, presión, volumen de inyección, entre otros (Srivastava et al., 2013).

Caracterización de Compuestos Fitoquímicos

La caracterización completa de un compuesto incluye la determinación de propiedades fisicoquímicas, la determinación de la composición elemental, los grupos funcionales, pureza de la muestra, estructuras y relaciones espaciales. Algunas de las propiedades fisicoquímicas que deben evaluarse, incluyen: color, olor, sabor, forma, textura, solubilidad, pH, índice de hinchamiento, naturaleza higroscópica y porosidad (Castañeda-Ovando et al., 2020).

Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Este método permite identificar la composición química de una muestra, así como las uniones y grupos funcionales de sus constituyentes (Bhargava et al., 2003). Esta técnica ha sido establecida para la caracterización de polímeros y nanomateriales (Escobar et al., 2012; Sharma et al., 2009). Se han identificado picos definidos para mucílago de *Ocimum bacilicum* L. alrededor de los rangos de absorción de $3000-2800\text{ cm}^{-1}$, $1270-1080\text{ cm}^{-1}$, 1600 cm^{-1} y 1400 cm^{-1} confirmando los grupos OH, CH₂, CH, CO, respectivamente (Thessrimuang y Prachayawarakorn, 2019; Kurd et al., 2017).

Reología. La reología hace referencia al estudio del flujo de la materia con el fin de analizar la respuesta de deformación de un material o sustancia frente a una fuerza aplicada (Mitchell, 2014). Se han establecido modelos que siguen los fluidos, clasificándolos en fluidos Newtonianos y no Newtonianos (De Vicente, 2012). En los fluidos Newtonianos la relación entre el esfuerzo cortante aplicado y la velocidad de deformación, resulta constante, mientras que para los fluidos no Newtonianos esta relación no es constante (Simpson y Janna, 2008). Dentro de los fluidos no Newtonianos se tienen viscoplásticos, plástico Bingham, pseudoplásticos (shear thinning) y dilatantes (shear tickening) (Alderman, 1997).

Usos ancestrales medicinales y alimentarios

El inicio del uso de plantas para tratar diversas enfermedades ha sido considerado como un proceso instintivo por parte del hombre (Petrovska, 2012). Algunas plantas medicinales, además de contener los compuestos activos que les confieren sus características curativas, poseen también un valor nutricional significativo para cubrir las necesidades alimentarias de los humanos e incluso de animales (Radha et al., 2021). Las plantas medicinales no solo han permitido tratar y/o curar enfermedades, sino también han sido un sustento económico para muchas familias que las comercializan (Iannicelli et al., 2018). Por lo tanto, conocer la evidencia científica en la que se sustenta su uso es indispensable desde el punto de vista médico, económico y social.

Según Estrada (2019), la goma de frutos del género *Cordia* L. (Boraginaceae Juss.) ha sido empleada como astringente y cicatrizante de heridas en humanos. Un astringente es considerado como una sustancia que ocasiona la contracción de los tejidos del cuerpo, reduciendo la inflamación de las heridas, lo cual puede contribuir en los procesos de cicatrización (Mondai, 2017). Azizur y Akhtar (2016) mencionan el uso de frutos de *Cordia dichotoma* G. Forst como astringente, emoliente, expectorante y antihelmíntico. El término emoliente hace referencia a compuestos que ayudan a mantener la hidratación de la piel formando una capa protectora en la superficie de la misma (Miyahara, 2017). Los expectorantes son sustancias que inducen la expulsión de moco desde el tracto respiratorio (Vardanyan y Hruby, 2016). Los antihelmínticos son sustancias empleadas para tratar infecciones causadas por parásitos en humanos y animales (Nixon et al., 2020). Según Holden-Dye y Walker (2007), la baja investigación de antihelmínticos a nivel mundial es debido a que los países que más sufren de estas infecciones son los que tienen menos recursos para el desarrollo de esta clase de

fármacos, por lo que en ciertos casos se recurre al uso de plantas medicinales para su tratamiento.

El fruto de *Cordia africana* Lam. es consumido en varias regiones de África debido a su contenido nutricional de hierro, vitamina A y C, así como calcio, magnesio, fósforo y antioxidantes (Tewolde-Berhan et al., 2015). Según Al-Hamdani y A Al-Faraji (2017), los frutos de *Cordia myxa* Linnaeus contienen en promedio un 63.9% de carbohidratos, 8.6% de proteínas, 9.9% grasas. Dentro del contenido de grasas encontrado, se tiene alrededor del 12.4% de ácido oleico el cual es importante para la nutrición y salud humana.

Aplicaciones actuales

Industria Farmacéutica

Sistemas de administración de fármacos. Tradicionalmente, se han utilizado excipientes en la preparación de fármacos con el fin de conferir el peso, volumen y consistencia deseable al fármaco (Pifferi y Restani, 2003). Sin embargo, al añadir excipientes se deben tomar en consideración características adicionales como el tiempo y concentración del fármaco a ser administrado, la seguridad, estabilidad y biodisponibilidad del mismo, así como la facilidad de manufactura y aceptación por el paciente (Tekade y Chaudhar, 2013). Algunas de las problemáticas observadas durante el desarrollo de fármacos es la pobre solubilidad en agua y baja permeabilidad a la membrana del principio activo, lo cual influye en la biodisponibilidad de las drogas (Van der Merwe et al., 2020). Polímeros como el polietilenglicol (PEG) y polivinilpirrolidona (PVP) son excipientes empleados en la industria farmacéutica para contrarrestar estas problemáticas (Paus et al., 2015). Sin embargo, este campo está en búsqueda constante de nuevos excipientes debido al rápido desarrollo y necesidad de fármacos.

Crema tópica para heridas. La reparación de heridas depende de una serie de factores, incluyendo el lugar y profundidad de la herida, estado de salud del paciente,

entre otros. Algunos métodos que contribuyen de manera positiva al proceso de cicatrización comprenden una adecuada alimentación del paciente, la adición de aminoácidos a la dieta para la síntesis de colágeno, aplicación de injertos de piel y mucosa, así como el uso de apósitos y cremas tópicas (Morishima y Inagawa, 2018). Estas últimas han sido empleadas para administrar medicamentos, tales como analgésicos y/o antiinflamatorios, de manera local, evitando el metabolismo de primer paso (Anchal et al., 2021).

Nanopartículas. Según Khan et al. (2019), las nanopartículas (NP) pueden clasificarse de acuerdo a sus características fisicoquímicas, pudiendo ser nanopartículas metálicas, cerámicas, semiconductoras, poliméricas y basadas en lípidos o en carbón. Las nanopartículas metálicas son nanopartículas producidas a partir de precursores metálicos, las cuales han resultado atractivas en la nanotecnología por su alta área superficial y sus propiedades ópticas y magnéticas (Harish et al., 2018). Estas pueden sintetizarse por métodos físicos, químicos y biológicos (Huynh et al., 2020). La síntesis verde (biológica) de nanopartículas de metal u óxido de metal se diferencia de la síntesis química en que se reemplaza el reductor químico por un extracto de un producto biológico (plantas o agentes microbianos), proporcionando una alternativa sostenible, libre de contaminación química, menos costosa y útil para la producción en masa (I. Hussain et al., 2016). En Ecuador, se han empleado distintos extractos vegetales para la síntesis de nanopartículas de plata (Pilaquinga F. et al., 2019; Pardo et al., 2021), hierro (Murgueitio et al., 2016; Kumar et al., 2020) y oro (Kumar et al., 2018), las cuales han sido evaluadas por su actividad antimicrobiana, fotocatalítica y antioxidante. Por otro lado, las nanopartículas poliméricas son de base orgánica y se aplican en la administración y diagnóstico de fármacos debido a sus características de alta biodegradabilidad y biocompatibilidad (Khan et al., 2019).

Industria Alimentaria

Películas y recubrimientos comestibles. Un recubrimiento comestible consiste en una capa delgada elaborada a base de materiales comestibles que puede ser utilizada para proteger a los alimentos de factores ambientales y físicos que podrían influir en su calidad, mientras que una película comestible consiste en estructuras que pueden ser consumidas de manera independiente (Falguera et al., 2011).

Aditivos alimentarios. Los aditivos alimentarios son sustancias que se agregan intencionalmente con el fin de mejorar las propiedades físicas y/o químicas de los alimentos (Blekas, 2015). Estos pueden ser antioxidantes, colorantes, preservantes, estabilizantes, emulsionantes, espesantes, reguladores de acidez, antibióticos, entre otros (Nedra y Kaushalya, 2017).

Capítulo III: Materiales y métodos

El presente estudio tiene un alcance exploratorio, incluyendo resultados tanto cualitativos como cuantitativos obtenidos de los productos elaborados a partir de la goma de especies del género *Cordia* L (Boraginaceae Juss.). Se incluirá información de artículos y tesis publicadas en las bases de datos seleccionadas.

Fuentes de Información

Los documentos se obtuvieron por consulta directa en 3 base de datos Internacionales; PubMed, ScienceDirect, y Google Scholar. Para la identificación de las especies del género *Cordia* L. se empleó el Taxonomy Browser de NCBI, así como la base de datos Plant of the World Online (PAWO).

Términos de Búsqueda

Para la búsqueda de la información, se incluyeron los siguientes términos: “*Cordia medicinal*”, “*Cordia fruit gum*”, “*Cordia fruit mucilage*”, “*Cordia fruto goma*” y “*Cordia fruto mucílago*” en las 3 bases de datos mencionadas previamente.

Criterios de Elegibilidad

Se seleccionaron los documentos que contenían los términos de búsqueda en el título, resumen y/o palabras clave, publicados en el período 1981-2021. Además, se seleccionaron los documentos completos en versión final obtenidos en español y en inglés.

Unidad de Análisis

Los documentos identificados, de acuerdo a los parámetros preestablecidos, se descargaron en formato PDF y se archivaron en carpetas etiquetadas de acuerdo a la base de datos de la que fueron obtenidos. Posteriormente se subieron en la plataforma Mendeley (versión 1.19.8) con el fin de evitar archivos duplicados y comprobar que los documentos obtenidos cumplieran con los criterios establecidos. En un libro de cálculo en Excel se llevó el conteo de los documentos obtenidos en cada una de las etapas (identificación, cribado, selección y archivos a incorporar). Además, se elaboraron matrices para la distribución de los mismos, dependiendo del término de búsqueda del que fue obtenido.

Extracción y análisis de datos

Para la extracción de datos los documentos recopilados se dividieron en 3 grupos; i) usos ancestrales de especies del género, ii) aplicaciones de la goma del fruto como biomaterial y iii) métodos de extracción, identificación y caracterización de la goma y sus productos elaborados. Se generó una matriz en Excel para cada uno de los grupos mencionados, con el fin de encontrar parámetros en común que permitan sistematizar la información, de manera que pudieran compararse los resultados cualitativos y/o cuantitativos obtenidos. A partir de las matrices realizadas se elaboraron tablas de comparación para evidenciar los resultados obtenidos en los distintos estudios.

Análisis Estadísticos

Para la elaboración de los productos generados con la goma del género *Cordia* L. (Boraginaceae Juss.) se pueden emplear distintas formulaciones y materias primas, por lo que no es posible aplicar un análisis estadístico inferencial robusto a estos resultados. Por lo tanto, se plantea emplear estadística descriptiva enfocada en frecuencias para evaluar la distribución de las publicaciones encontradas. Las variables a evaluar durante este proceso se detallan en la **Tabla 3**.

Tabla 3

Variables a considerar para el análisis de frecuencias

Variable	Tipo de variable	Medición
Estudios por país	Cuantitativa	Cantidad de estudios publicados en Ecuador y en países del extranjero
Estudios por especie seleccionada del género <i>Cordia</i> L.	Cuantitativa	Cantidad de estudios encontrados por especies seleccionadas del género <i>Cordia</i> L.
Estudios publicados por año	Cuantitativa	Cantidad de estudios publicados entre los años seleccionados
Estudios obtenidos en cada una de las categorías de investigación establecidas	Cuantitativa	Cantidad de estudios encontrados por categoría de investigación (Extracción y caracterización, aplicaciones en el área farmacéutica, alimentaria y otros)

Para el diseño de las tablas y gráfico de frecuencias con datos aislados o no, agrupados, se emplearon las fórmulas de frecuencia relativa y frecuencia relativa acumulada, presentadas en la **Tabla 4**. La frecuencia absoluta (f_i) corresponde al valor numérico dado para cada una de las variables a evaluar mientras que la frecuencia absoluta acumulada (F_i) corresponde a la sumatoria de la frecuencia absoluta de cierta

variable más la frecuencia absoluta de la variable anterior (Salazar, 2018). Además, el valor de N corresponde a la cantidad de elementos dados en cada variable a evaluar.

Tabla 4

Ecuaciones a considerar para el cálculo de frecuencias

Criterio	Fórmula
Frecuencia relativa (ni)	$ni = \frac{f_i}{N}$
Frecuencia relativa acumulada (Ni)	$Ni = \frac{F_i}{N}$

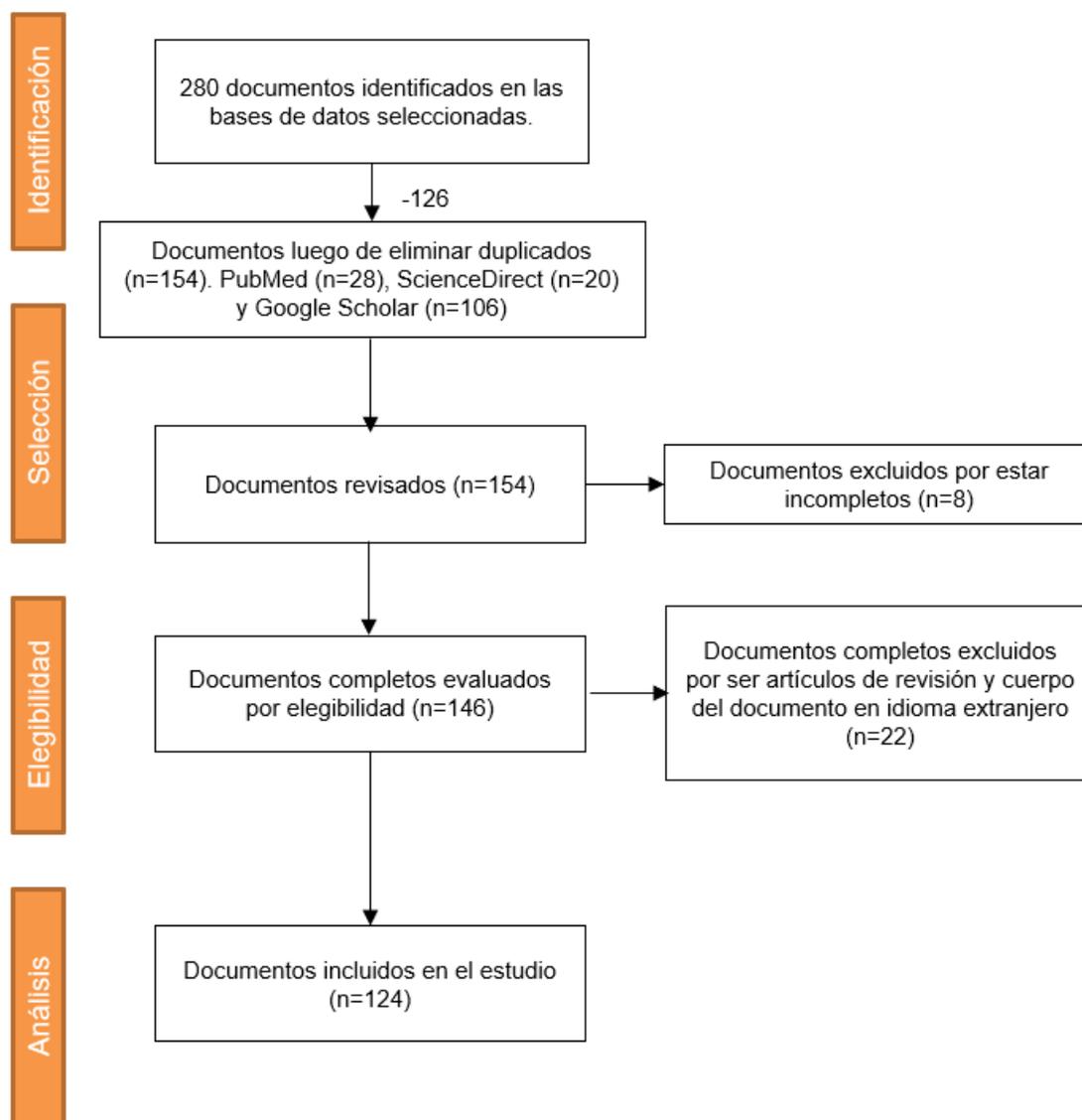
Nota. Adaptado de “Fundamentos básicos de estadística”, de Salazar, C. 2018.

Capítulo IV: Resultados y discusión

En la búsqueda de los términos clave donde se observó una cantidad mayor a 400 resultados, se estableció dicha cantidad como umbral máximo para el cribado de los documentos, ordenando los resultados por relevancia. Empleando los 5 términos clave en las 3 bases de datos seleccionadas, aplicando los criterios mencionados, se obtuvieron 2779 documentos de los cuales 280 fueron identificados al cumplir con el enfoque del estudio. Se eliminaron 126 documentos duplicados y 8 documentos más por encontrarse incompletos. Se analizaron 146 documento, de los cuales el 95% corresponde a artículos publicados en revistas científicas y 5% a tesis publicadas en repositorios universitarios. Finalmente, de acuerdo a los criterios de elegibilidad establecidos se seleccionaron 124 documentos. El proceso realizado para la obtención de los documentos incluidos en el presente estudio se encuentra en la **Figura 1**.

Figura 1

Diagrama de flujo de las etapas para la selección de documentos a incluir en el análisis



A partir de los 146 documentos revisados, se realizó el análisis de frecuencia para conocer la distribución geográfica de los documentos publicados (artículos de investigación, artículos de revisión y tesis universitarias). En la **Tabla 5** se muestra la frecuencia relativa y absoluta calculada. India e Irán encabezan la lista de países que más publican en relación al género *Cordia* L, de acuerdo a los criterios establecidos para la búsqueda de información.

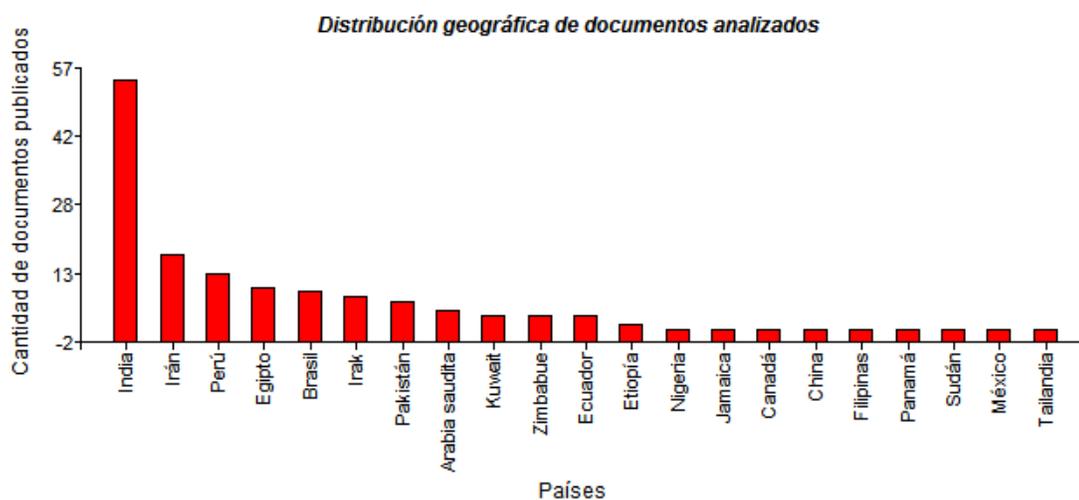
Tabla 5*Cantidad de documentos publicados por país empleando la metodología establecida*

Países de publicación	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia absoluta acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (ni)	Frecuencia relativa acumulada (Ni)
India	54	71	0,370	0,486
Irán	17	81	0,116	0,555
Egipto	10	90	0,068	0,616
Brasil	9	103	0,062	0,705
Perú	13	111	0,089	0,760
Irak	8	118	0,055	0,808
Pakistán	7	123	0,048	0,842
Arabia Saudita	5	127	0,034	0,870
Kuwait	4	131	0,027	0,897
Zimbabue	4	133	0,027	0,911
Etiopia	2	134	0,014	0,918
Nigeria	1	138	0,007	0,945
Ecuador	4	139	0,027	0,952
Jamaica	1	140	0,007	0,959
Canadá	1	141	0,007	0,966
China	1	142	0,007	0,973
Filipinas	1	143	0,007	0,979
Panamá	1	144	0,007	0,986
Sudan	1	145	0,007	0,993
México	1	146	0,007	1,000
Tailandia	1		0,007	

A partir de la búsqueda realizada se observa que, en América, Brasil y Perú, son los países que más publicaciones tienen en relación al tema, lo cual se puede observar en la **Figura 2**. Dentro de los resultados encontrados, Ecuador solo presenta 4 documentos publicados, de los cuales 3 corresponden a tesis universitarias.

Figura 2.

Distribución geográfica de los documentos encontrados en la búsqueda bibliográfica



La distribución por año, en el período 1981-2021, de los documentos publicados encontrados se muestra en la **Tabla 6**. Los años donde se presentaron mayor cantidad de publicaciones sobre el tema son 2015 y 2020.

Tabla 6

Cantidad de documentos publicados por año empleando la metodología establecida

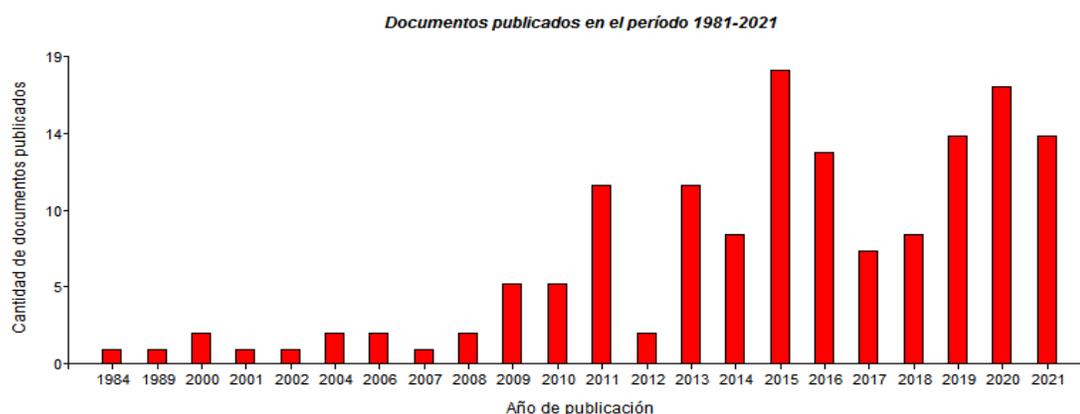
Año de publicación	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia absoluta acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (ni)	Frecuencia relativa acumulada (Ni)
1984	1	2	0,007	0,014
1989	1	4	0,007	0,029
2000	2	5	0,014	0,036
2001	1	6	0,007	0,043
2002	1	8	0,007	0,058
2004	2	10	0,014	0,072
2006	2	11	0,014	0,080
2007	1	13	0,007	0,094
2008	2	18	0,014	0,130
2009	5	23	0,036	0,167

Año de publicación	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia absoluta acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (ni)	Frecuencia relativa acumulada (Ni)
2010	5	34	0,036	0,246
2011	11	36	0,080	0,261
2012	2	47	0,014	0,341
2013	11	55	0,080	0,399
2014	8	73	0,058	0,529
2015	18	86	0,130	0,623
2016	13	93	0,094	0,674
2017	7	101	0,051	0,732
2018	8	115	0,058	0,833
2019	14	132	0,101	0,957
2020	17	146	0,123	1,058
2021	14		0,101	

En la **Figura 3** se observa que la mayor cantidad de artículos publicados está centrada en los últimos 6 años, desde el 2015. La mayoría de los documentos publicados en este rango de años están relacionados a procesos para la obtención del mucílago, así como sus aplicaciones dadas como biopolímero.

Figura 3.

Distribución por año de publicación de los documentos encontrados en la búsqueda bibliográfica



En la **Tabla 7** se observan las especies del género *Cordia* L. empleadas en investigación de los documentos encontrados. Sin embargo, en la **Tabla 7** algunos nombres científicos son sinónimo. En este caso, *Cordia obliqua* Willd se ha establecido como sinónimo para *Cordia dichotoma* G. Forst (WFO, 2021d). No obstante, Aimey et al. (2020) menciona que en ciertos estudios suelen nombrarse como especies distintas. De la misma manera *Cordia sebestena* Forssk, *Cordia abyssinica* R. Br. y *Cordia gharaf* Ehrenb. ex Asch. son sinónimo de *Cordia myxa* L. (WFO, 2021f), *Cordia africana* Lam (WFO, 2021a) y *Cordia sinensis* Lam. (WFO, 2021h), respectivamente.

Tabla 7

Cantidad de documentos publicados por especie del género Cordia L. empleando la metodología establecida

País de publicación	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia absoluta acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (ni)	Frecuencia relativa acumulada (Ni)
<i>Cordia myxa</i> L.	44	60	0,35	0,48
<i>Cordia lutea</i> Lam.	16	61	0,13	0,49
<i>Cordia alliodora</i> (Ruíz y Pav) Oken	1	97	0,01	0,78
<i>Cordia dichotoma</i> G. Forst	36	105	0,29	0,85
<i>Cordia obliqua</i> Willd	8	107	0,06	0,86
<i>Cordia africana</i> Lam.	2	114	0,02	0,92
<i>Cordia verbenacea</i> DC.	7	115	0,06	0,93
<i>Cordia gharaf</i> Ehrenb. ex Asch.	1	116	0,01	0,94

País de publicación	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia absoluta acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (ni)	Frecuencia relativa acumulada (Ni)
<i>Cordia globifera</i> W.W.Sm.	1	121	0,01	0,98
<i>Cordia abyssinica</i> R. Br.	5	123	0,04	0,99
<i>Cordia sinensis</i> Lam.	2	124	0,02	1,00
<i>Cordia sebestena</i> Forssk.	1		0,01	

En la **Figura 4** se observa que, en la mayor cantidad de publicaciones encontradas, se estudia y aplica *Cordia myxa* L. y *Cordia dichotoma* G. Forst. De la especie *Cordia lutea* Lam., especie nativa de Ecuador, se encontraron mayor cantidad de estudios relacionados al efecto hepatoprotector de la infusión de sus flores.

Figura 4.

Especies del género Cordia L. que han sido investigadas en los documentos encontrados en la búsqueda bibliográfica



Se encontró una mayor porción de documentos relacionados al área farmacéutica, incluyendo tanto los usos ancestrales medicinales como aplicaciones actuales de la incorporación de la goma en formulaciones farmacéuticas. La cantidad de documentos categorizados por área se presentan en la **Tabla 8**.

Tabla 8.

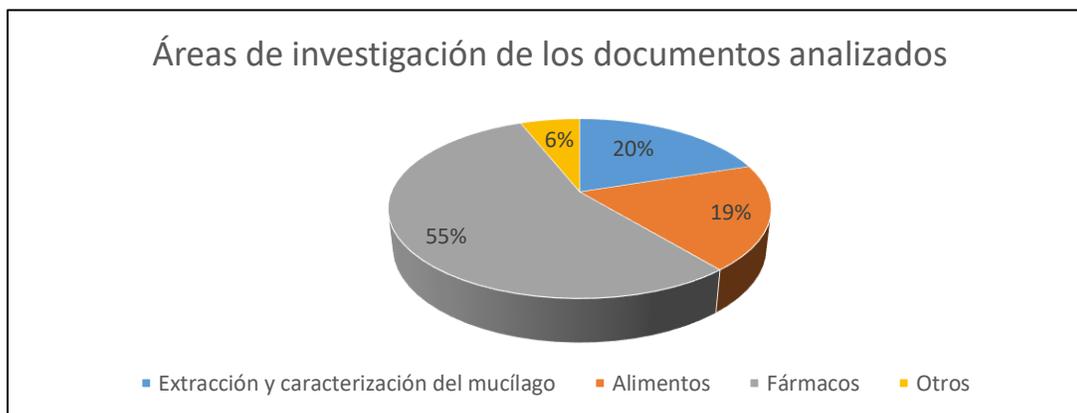
Cantidad de documentos encontrados por área de investigación empleando la metodología establecida

Área de investigación	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia absoluta acumulada (Fi)	Frecuencia relativa (ni)	Frecuencia relativa acumulada (Ni)
Extracción y caracterización del mucílago	25	48	0,2016129	0,38709677
Alimentos	23	117	0,18548387	0,94354839
Fármacos	69	124	0,55645161	1
Otros	7		0,05645161	

En la **Figura 5** se observa que el 20% de documentos está relacionado a los métodos de extracción y caracterización del mucílago, mientras que el 55% está relacionado a la aplicación en el área farmacéutica, 19% relacionado al área alimentaria y un 6% relacionado a otras aplicaciones.

Figura 5.

Porción de documentos categorizados por área de investigación encontrados en la búsqueda bibliográfica



Usos Ancestrales Medicinales y Alimentarios

Hojas

Cordia verbenacea DC. (erva baleeira) es una especie distribuida por zonas xéricas del neotrópico, especialmente encontrada en Colombia y Brasil (Estrada, 2019). Algunos de sus usos terapéuticos ancestrales incluyen la aplicación de la infusión de sus hojas para tratar hematomas y contusiones (Artimonte et al., 2006), así como para el tratamiento de úlcera gástrica y diversos procesos inflamatorios (Azevedo y Da Rosa, 2018). En esta especie, se han encontrado principalmente, taninos, flavonoides, mucílagos y aceites esenciales (De Carvalho et al., 2004). En sus hojas se han identificado la presencia de monoterpenos (α - pineno) y sesquiterpenos (β - cariofileno, α -humuleno, trans-cariofileno, biciclogermacreno, δ - cadineno) (Rodrigues et al., 2012; Lazzarini, 2006; Martim et al., 2021). Los usos ancestrales de esta especie despertaron el interés de comunidades científicas e industrias para utilizarla como materia prima para la elaboración de medicamentos (Hoeltgebaum et al., 2015). Así se desarrollaron varios estudios a nivel de laboratorio para evaluar su actividad antiinflamatoria y antibacteriana (Lazzarini, 2006; Hernandez et al., 2007; Rodrigues et al., 2012; Pimentel

et al., 2012; Ribeiro et al., 2012; Perini et al., 2015; Alves et al., 2015). En consecuencia, Aché, empresa farmacéutica de origen brasileño, lanzó al mercado, en 2005, un medicamento fitoterapéutico de uso tópico para aliviar el dolor e inflamación de músculos y tendones denominado Acheflan®, elaborado con base en el aceite esencial de la hoja de *Cordia verbenacea* DC. (Aché, 2016). Este producto fue la primera fitomedicina, desarrollada íntegramente en Brasil, aprobada por la Agencia Brasileña de Vigilancia Sanitaria (ANVISA), la cual logró una participación del 30% del mercado de antiinflamatorios en el primer año (Mazzari et al., 2016). M. Ferreira et al. (2013) empleó HPLC para identificar los componentes presentes en el extracto metanólico de hojas de *Cordia verbenaceae* DC., obteniendo un cromatograma con picos definidos para la detección de ácido gálico, ácido clorogénico, ácido cafeico, rutina y quercetina.

La decocción de las hojas de *Cordia Alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken. se ha utilizado para el tratamiento de catarro y afecciones pulmonares, mientras que las semillas pulverizadas de sus frutos se han empleado para tratar enfermedades de la piel (Liegel y Stead, 2000). Algunos triterpenoides han sido aislados a partir de sus hojas (Oza y Kulkarni, 2017). Se ha evidenciado que los triterpenoides presentan actividad antiinflamatoria, analgésica, antipirética, hepatoprotectora y antitumoral (Bishayee et al., 2011).

Hojas de *Cordia myxa* L. han sido empleadas para tratar la tripanosomiasis, así como para las picaduras de mosquitos (Oza y Kulkarni, 2017). En un estudio realizado por Abdel-Aleem et al. (2019) se observó que, a partir del extracto etanólico con hojas de *Cordia myxa* L. se obtuvo una actividad antioxidante, antiinflamatoria, analgésica, antipirética y antidiabética significativa en modelos experimentales *in vitro* e *in vivo*. En este estudio se corroboró, además, la no toxicidad de sus frutos y hojas hasta con una dosis de 2500 mg/kg.

En la Amazonía Ecuatoriana, el fruto, tallo, raíz y hoja de *Cordia nodosa* Lam. han sido empleados tradicionalmente para tratar la tos, picaduras de araña, mordeduras de serpiente y como energizante (Vacas Cruz et al., 2015; Abril et al., 2016). Luzuriaga-Quichimbo et al., 2019 desarrolló estudios *in silico* con el fin de analizar las propiedades antifúngicas de esta especie. Se resaltó la unión mediante docking molecular entre la quercetina y las toxinas obtenidas de distintas serpientes, demostrando su efecto mediante herramientas bioinformáticas. Yarlequé et al. (2012) investigó la acción neutralizante del extracto obtenido de esta especie frente al veneno de *Bothrops atrox*, obteniendo resultados significativos para mejorar el cuadro de envenenamiento.

Flores

En Perú, se han registrado estudios experimentales de las flores de *Cordia lutea* Lamarck para tratar el daño hepático inducido en ratas (Vásquez, 2015; García et al., 2016; Semple et al., 2016; Olivera Risco, 2018; Ruiz-Reyes et al., 2021), como quimiopreventivo para cáncer de próstata (Rojas-Armas et al., 2020), protector de mucosa gástrica (Swain et al., 2019) y como cicatrizante de heridas bucales (Crisologo, 2020). Se ha evidenciado un efecto antialérgico significativo en extractos de flores de *Cordia lutea* Lam. junto con flores de *Annona muricata* y rizoma de *Curcuma longa* (Arroyo-Acevedo et al., 2016). Además, el mismo extracto ha sido empleado para el tratamiento de enfermedades del hígado y como protector de la mucosa gástrica (Swain et al., 2019). En el extracto etanólico y metanólico de flores de *Cordia lutea* Lamarck se han identificado catequinas, azúcares reductores, triterpenos, quinonas, compuestos fenólicos y antocianidinas (Mendocilla-Risco et al., 2018; Venegas-Casanova et al., 2019). Entre las aplicaciones tradicionales de *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken (laurel), se tiene el uso de la flor como emoliente y el exudado del tronco para tratar enfermedades intestinales y como antiinflamatorio (Torres, 2015).

Raíz

loset et al. (2000) aisló compuestos antifúngicos y larvicidas (un derivado fenilpropanoide y una hidroquinona prenilada) a partir de la corteza de la raíz de *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken (laurel). Ambos compuestos mostraron actividad antifúngica contra *Cladosporium cucumerinum*. Adicionalmente el fenilpropanoide aislado demostró una actividad significativa contra larvas de *Aedes aegypti*, el mosquito vector de la fiebre amarilla. Fouseki et al., 2016, evaluó la actividad biológica de los compuestos presentes en la corteza de la raíz. A partir de los resultados, se concluyó que estos compuestos tienen una actividad antimicrobiana significativa frente a algunas bacterias Gram positivas y Gram negativas, entre ellas *S. aureus* y *K. pneumoniae*, respectivamente.

De la misma forma, loset et al. (2000b) evaluó la actividad antifúngica y larvicida de las naftoquinonas aisladas de la raíz de *Cordia verbenacea* DC. (Baleeira), conocidas como cordiaquinonas A, B, J y K. Los resultados demostraron que estos cuatro compuestos tienen actividad antifúngica contra *Cladosporium cucumerinum*, *Candida albicans* y propiedades tóxicas contra larvas de *Aedes aegypti*. Tradicionalmente esta especie del género *Cordia* L. es utilizada para tratamientos de úlcera gástrica, artritis reumatoide, diversos procesos inflamatorios e infecciosos y para el tratamiento de heridas (Azevedo y Da Rosa, 2018).

Frutos

El mecanismo de acción de los mucílagos consiste en recubrir las membranas mucosas, protegiéndolas del daño (Amiri et al., 2021). Deters et al. (2010) evaluaron el efecto *in vitro* del mucílago de *Althea officinalis* L. en células epiteliales humanas. Como resultado se obtuvo la formación de un tipo simulado de mucina como protección en la parte superior del tejido irritado. Las mucinas son glicoproteínas que corresponden al componente estructural principal del moco y que soportan la creación de una barrera protectora (Dhanisha et al., 2018).

En lo que refiere al género *Cordia* L, se han utilizado los frutos de *Cordia dichotoma* G. Forst para evaluar la cicatrización de heridas en ratones (Kuppast y Vasudeva, 2006). En este estudio los ratones tratados con el extracto etanólico de los frutos provocó que el proceso de epitelización de las heridas ocurra más pronto que el control, lo cual se atribuye al contenido de flavonoides y su acción frente a los radicales libres producidos durante el proceso de daño. Frutos de *Cordia obliqua* Willd mostraron resultados positivos como hepatoprotector en ratas, exhibiendo no toxicidad en dosis hasta 3000 mg/Kg de peso corporal (Tharun et al., 2020). De la misma forma se ha comprobado el efecto hepatoprotector *in vivo* con extractos de frutos de *Cordia myxa* L (Murad y Karbon, 2020). El mucílago de *Cordia myxa* L. ha presentado un efecto nefroprotector en ratas con nefrotoxicidad inducida con gentamicina, lo cual se puede atribuir a su capacidad antioxidante (Ghavamizadeh et al., 2020). El mucílago de *Cordia myxa* L. ha presentado efecto anti-Leishmania, principalmente frente a *L. infantum* y *L. major*, bajo condiciones *in vitro* (Saki et al., 2015).

En Ecuador, los frutos de *Cordia lutea* Lam. se han evaluado para su aplicación culinaria (Quinde, 2020). En este estudio se prepararon varias recetas con una aceptación general promedio por parte de los panelistas, sin embargo, se discutió sobre la astringencia y pegajosidad de los frutos. Tanto los frutos de *Cordia myxa* Linnaeus como de *Cordia dichotoma* G. Forst se consideran como alimento para las poblaciones en donde crecen estas especies (Jamkhande et al., 2013; Sason y Sharma, 2015).

Métodos de Extracción, Identificación y Caracterización del Mucílago del Fruto de Especies del Género *Cordia* L.

Métodos de Extracción

Los frutos recolectados pueden ser utilizados directamente para la extracción del mucílago o pueden ser procesados manualmente para extraer las semillas. Se han establecido varios métodos para poder extraer el mucílago, ya sea el uso de agua

caliente y posterior precipitación o con microondas (M. Haq et al., 2014). M. Haq, Alam, et al. (2013) establecen como primer paso la mezcla de los frutos con agua caliente más disulfito de sodio. Luego se filtra, se centrifuga y se obtiene el sobrenadante. La extracción mediante precipitación con etanol consiste en añadir de 3 a 4 volúmenes de etanol, seguido de acetona. Posteriormente el mucílago se seca al vacío, se lava de 2-3 veces con etanol al 95%, se filtra, se seca, pulveriza y se almacena para su posterior uso (Duppalá et al., 2016; H. Pawar et al., 2014). Sin embargo, también existen protocolos donde se emplea ácido clorhídrico para la precipitación (H. A. Pawar et al., 2018). La necesidad de usar agua caliente antes de la precipitación recae en la inactivación de la enzima polifenol oxidasa (PPO), la cual ocasiona el pardeamiento, de manera que el color del mucílago no se vea afectado (M. Haq et al., 2014).

Otro de los métodos que se ha utilizado para extraer el mucílago es a partir de los frutos secos (Bharathi et al., 2018). En este caso los frutos secos, ya sea por el contacto directo con el sol o al horno, pasan por un molino, luego se les añade agua y se calienta. En los siguientes pasos este producto se filtra, precipita con etanol, se vuelve a filtrar y se seca para su posterior almacenamiento (S. Gupta et al., 2015).

Métodos de Identificación

En el género *Cordia* L. se han identificado triterpenoides del tipo oleanano (T. Chen et al., 1983 ; Begum et al., 2011; Dos Santos et al., 2005; Ortega et al., 2007), tipo lupano (Sharma et al., 2009; Okusa et al., 2014), tipo ursano (Amudha y Rani, 2014; Nigam y Verma, 1977), tipo damarano (Nakamura et al., 1997; Kuroyanagi et al., 2003), diterpenos (Siddiqui et al., 2006; Correia Da Silva et al., 2010), sesquiterpenos (Rowe, 1964; De Menezes et al., 2004) y monoterpenos (Begum et al., 2011). De la misma manera se han encontrado distintos compuestos fenólicos: flavonoides (Sertie et al., 1990; Ganjare et al., 2011; Ragasa et al., 2015; Ticli et al., 2005; S. Da Silva et al., 2010 ; Owis et al., 2017) e isoflavonoides (Soni y Bodakhe, 2014; Gacem et al., 2019;

Lameira et al., 2009). Todos estos compuestos han sido identificados en distintos órganos vegetales de ciertas especies del género *Cordia* L.

En lo que refiere a los frutos del género *Cordia* L., S. Castro (2015) desarrolló un protocolo de tamizaje fitoquímico para identificar los compuestos encontrados en extracto etanólico del fruto de *Cordia lutea* Lamarck. Los resultados de este estudio permitieron identificar catequinas, fenoles, flavonoides, triterpenos, taninos, mucílagos y quinonas en los frutos de esta especie. Salimimoghadam et al. (2019) realizó un cribado fitoquímico del extracto de fruta de *C. myxa*, donde concluyó que el extracto contiene aceites, glucósidos, flavonoides, esteroides, saponinas, terpenoides, alcaloides, ácidos fenólicos, cumarinas, taninos, resinas, gomas y mucílagos. Los polisacáridos obtenidos del fruto han sido identificados como ácido D-galacturónico, xilosa, arabinoglucanos, galactanos, D-glucosa y L-arabinosa (Dhiman et al., 2015).

Para la identificación de mucílagos se han establecido diferentes métodos preliminares. Uno de estos métodos es el test de Molisch, el cual indica la presencia de carbohidratos, arrojando un resultado positivo con la formación de un anillo de color violeta (S. Gupta et al., 2015). Así también la reacción de o-toluidina ha sido empleada para identificar gomas y mucílagos, incluyendo goma arábica, goma tragacanto, goma ghatti, entre otros (Bisulca et al., 2016). Sin embargo, no se encontró resultados de aplicación de estos métodos para la identificación del mucílago de especies del género *Cordia* L. por lo que podrían proponerse como alternativas sencillas para reconocerlo visualmente.

Métodos de Caracterización

Entre los análisis de FTIR realizados al mucílago de frutos de *Cordia myxa* L. se obtuvo picos de 3438.81 cm^{-1} , 2921.91 cm^{-1} , 1635 cm^{-1} , 1030 cm^{-1} asociados con los grupos funcionales O-H, C-H, COOH y ácido urónico, respectivamente (Keshani-Dokht et al., 2018). Para *Cordia dichotoma* G. Forst se han observado picos de 2929.87 cm^{-1} ,

28525 cm^{-1} y 1728 cm^{-1} representando los grupos funcionales C-H, O-H y COOH respectivamente (H. A. Pawar et al., 2018). Lo cual coincide con S. Gupta et al. (2015) quienes obtuvieron picos de 2958.48 cm^{-1} para C-H y 1733.13 cm^{-1} para COOH. La cantidad de enlaces hidrógeno y grupos polares se ve relacionada a la buena capacidad bioadhesiva que presenta este mucílago (Troncoso et al., 2017)

Mediante HPLC, Hojjati y Beirami-Serizkani, (2020) identificaron glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, ribosa, maltitol y maltoheptosa en el extracto acuoso de frutos de *Cordia myxa* L. Posteriormente evaluó actividad antibacterial contra *S. aureus*, *B. cereus*, *E. coli*, and *P. aeruginosa* obteniendo resultados antimicrobianos significativos, por lo que sugirió futuros estudios para incorporar el extracto en alimentos y fármacos. En los frutos de *Cordia dichotoma* G. Forst se ha identificado D-glucosa, L-arabinosa, ácido glucurónico, α -pineno, kaempferol flavonoides, arabinoglucano, cumarinas, saponinas, terpenos y esteroides (Jamkhande et al., 2013; Oza y Kulkarni, 2017; Ibrahim et al., 2019).

Los frutos de algunas de las especies del género *Cordia* L. han sido estudiadas también por su actividad antioxidante (Al-Ati, 2011). Según se ha evidenciado, estos frutos contienen ácidos urónicos, los cuales han sido identificados como antioxidantes fuertes debido a la presencia de grupos electrofílicos que fomentan la liberación de H de los grupos OH, permitiendo la eliminación de radicales DPPH (Ibrahim et al., 2019). Por otra parte, algunas especies del género han presentado un alto contenido de compuestos fenólicos y flavonoides (Al-Snafi, 2017; Onan, 2018; Venegas-Casanova et al., 2019). Por lo tanto, algunos de los frutos de estas especies no solo presentan características fisicoquímicas atractivas para la industria, sino que también presentan alto contenido de antioxidantes que podría ser un adicional para su aplicación. Con ello, se ha evidenciado que el uso de esta goma posee propiedades atractivas tanto con

fines terapéuticos como para las industrias alimentaria y farmacéutica (Tekade y Chaudhar, 2013; Oza y Kulkarni, 2017; Hashemi et al., 2020)

El contenido de fenoles totales en extractos hechos con hojas de *Cordia myxa* L. varió entre 4.5-31 mg ácido gálico equivalente/ g de peso seco, mientras que el contenido de flavonoides totales varió entre 13-812 mg rutina equivalente/ g peso seco (Abdel-Aleem et al., 2019). Venegas-Casanova et al. (2019) obtuvieron un contenido de 60.63 mg rutina/ y 0.56 mg quercetina/g muestra seca empleando flores de *Cordia lutea* Lam. Por otra parte, el extracto alcohólico de frutos de *Cordia dichotoma* G. Forst mostró un contenido promedio de 112.71 mg ácido gálico/ g extracto y 25.65 mg catequina/ g extracto (Ibrahim et al., 2019). Se presume que la cantidad de compuestos fenólicos encontrados, podrían ser los causantes de la actividad antioxidante presentada en especies del género *Cordia* L.

Troncoso et al. (2017) evaluó las propiedades reológicas y térmicas de frutos de *Cordia lutea* Lam. La viscosidad de las muestras analizadas disminuyó al aumentar la velocidad de cizallamiento, mostrando un comportamiento de pseudoplástico no Newtoniano (shear-thinning). Los resultados presentados por Keshani-Dokht et al., 2018, indican que a concentraciones menores de 0.8% del mucílago de *Cordia myxa* L. se tiene un comportamiento de fluido Newtoniano, mientras que al aumentar la concentración se tiene un comportamiento de pseudoplástico. Un comportamiento similar fue observado en estudios reológicos de la goma arábiga (Dauqan y Abdullah, 2013). Además, Troncoso et al. (2017) menciona que la temperatura de degradación térmica del mucílago de *Cordia lutea* Lam. es alrededor de los 158°C. La energía de activación presentada en frutos de *Cordia abyssinica* es menor que la de goma xantana, lo cual permite mantener la viscosidad a temperaturas más altas (R. Ali y Masood, 2014). Debido a estas características se propone el uso del mucílago de especies del género *Cordia* L. para la elaboración de formulaciones alimentarias como salsas y

adherosos. Dentro de las características organolépticas de mucílago de *Cordia dichotoma* G. Forst, se enuncia un mucílago de color café, insaboro y con olor característico (S. Gupta et al., 2015; H. A. Pawar et al., 2018).

Aplicaciones Actuales del Mucílago del Fruto de Especies del Género *Cordia* L.

Aplicaciones en el Área Farmacéutica

Sistema de Administración de Fármacos. Se han presentado estudios, a nivel de laboratorio, donde se evalúa el uso de excipientes herbales debido a sus características no tóxicas, biocompatibles, costo-efectivas y eco amigables (A. Singh et al., 2021). Algunos de estos excipientes herbales evaluados, incluyen la goma guar (Prakash et al., 2014), goma khaya (Odeku y Itiola, 2002; Odeku y Fell, 2004), mucílago de aloe (Hamman, 2008; Rahman et al., 2016) y pectinas (Ravindrakullai y Manjunath, 2013; Bansal et al., 2014). La goma proveniente de los frutos de especies del género *Cordia* han sido empleados para elaborar parches y tabletas mucoadhesivas para administrar drogas como rampipril (H. Pawar et al., 2014), fluconazol (Ahuja et al., 2013), clorhexidina (Moghimipour et al., 2012), losartán potásico (Dhiman et al., 2015) y valsartán (H. A. Pawar y Jadhav, 2015). S. Gupta et al. (2015) evaluó el mucílago proveniente de las semillas del fruto de *Cordia dichotoma* como adyuvante farmacéutico, obteniendo resultados favorables para su uso debido a las propiedades físico-químicas evaluadas. En la **Tabla 9** se resumen algunas de estas aplicaciones.

Los hidrocoloides como las gomas y las pectinas han sido ampliamente utilizados como apósitos húmedos oclusivos y semioclusivos para el tratamiento de heridas y quemaduras (Mogoşanu y Grumezescu, 2014). Se han registrado estudios, a nivel de laboratorio, donde se incluye la goma de frutos de *Cordia* para la elaboración de films transdérmicos que incluyen clorhidrato de alifuzosina (Duppala et al., 2016) y neomicina (Shahapurkar y Jayanthi, 2011), los cuales presentaron una actividad antibacteriana significativa.

Tabla 9.

Investigaciones realizadas a nivel de laboratorio para el diseño de fármacos empleando el mucílago de especies del género Cordia L.

Especie	País	Uso del mucílago	Principio activo	Resultados	Referencia
<i>Cordia dichotoma</i> G. Forst.	India	Parche mucoadhesivo	Ramipril	Mucílago al 10% con liberación del 53% en las primeras 6 horas	(H. Pawar et al., 2014)
		Films transdérmicos	Alfuzosina	Mucílago al 16% con liberación del 44% a las 6 horas	(Duppala et al., 2016)
		Disco mucoadhesivo	Fluconazol	Formulación óptima de mucílago/lactosa con radio de 0.86	(Ahuja et al., 2013)
		Tabletas orales	Diclofenaco	Formulación con mucílago al 2% presentó un perfil de disolución similar al producto comercial	(Mukherjee, Dinda y Barik, 2008)
<i>Cordia myxa</i> L.	Irán	Tabletas orales	Glimepirida	Hinchamiento y tiempo de liberación controlado hasta de 12 horas.	(Abdul et al., 2009)
		Tableta mucoadhesiva	Clorhexidina	Liberación más rápida del fármaco en comparación al uso de hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC)	(Moghimpour et al., 2012)

Especie	País	Uso del mucílago	Principio activo	Resultados	Referencia
<i>Cordia myxa</i> L.	Pakistán	Tabletas orales	Paracetamol	La goma purificada e hidrolizada se compara a la calidad de las tabletas elaboradas con HPMC	(Tahir et al., 2019)
<i>Cordia rothii</i> Roxb.	India	Tabletas orales	Aceclofenaco	Mucílago al 10% presentó un comportamiento similar al control de almidón 10%	(Vidyasagar et al., 2011)

Crema Tópica para Heridas. Karami et al. (2014) evaluaron la estabilidad de una crema tópica elaborada en base a la goma del fruto de *Cordia myxa* desde el momento de su preparación hasta 6 meses después. Al final de la experimentación no se presentó contaminación con *Pseudomonas aeruginosa* en las cremas. Sin embargo, no se presentaron los resultados de pruebas *in vitro* o *in vivo* realizadas con el producto.

Nanopartículas. Algunos frutos de especies del género *Cordia* L. han sido empleados para la síntesis de nanopartículas (Yadav y Ahuja, 2010; Saidu et al., 2019; Bharathi et al., 2018; Salimimoghadam et al., 2019). Bharathi et al. (2018) empleó la goma del fruto de *Cordia dichotoma* para la producción de nanopartículas de plata mediante síntesis verde en laboratorio. Se obtuvieron nanopartículas con una actividad antimicrobiana significativa frente a *S. aureus* y *E. coli*, así como una potencial actividad de degradación fotocatalítica para el colorante cristal violeta. Por otra parte, Saidu et al. (2019) empleó frutos de *Cordia obliqua* Willd para la síntesis de nanopartículas de plata.

En este caso se presenció una actividad antimicrobiana significativa frente a *S. aureus*, *E. coli*, *B. circulans* y *P. aeruginosa*. En Ecuador no se encontraron estudios en los que se emplee alguna especie del género *Cordia* L. para la síntesis de nanopartículas. En consecuencia, se podrían realizar ensayos para la síntesis de nanopartículas con especies del género encontradas en el país con el fin de comparar su actividad antimicrobiana y/o catalítica. En Ecuador se han empleado los frutos de tumbo (*Passiflora tripartita* var. *Mollissima*), arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) y *Solanum mammosum* L. para la síntesis de nanopartículas de plata, mostrando buenos resultados como alternativa a la síntesis química de nanopartículas (Kumar et al., 2015; Kumar et al., 2016; Pilaquinga et al., 2019).

Yadav y Ahuja (2010) emplearon goma de *Cordia obliqua* en la elaboración de nanopartículas para la liberación de fluconazol oftálmico, donde las nanopartículas resultantes se compararon con una formulación comercializada, evidenciando su efectividad de aplicación. Así también se ha utilizado el fruto de *Cordia myxa* para evaluar la actividad hipoglucémica, antitusiva y analgésica, tanto del extracto como de las nanopartículas hechas con el fruto (Salimimoghadam et al., 2019). En este caso no se presenció actividad hipoglucémica, sin embargo, se observó un mejor efecto terapéutico frente a dextrometorfano.

Aplicaciones en el Área Alimentaria

Películas y Recubrimientos Alimentarios. A nivel de laboratorio se han desarrollado películas y recubrimientos comestibles a partir de frutos del género *Cordia* L. (M. Castro, 2019; Gonzaga et al., 2019; Muhammad Haq, Hasnain, et al. (2016). M. Haq, Alam, et al. (2013), elaboró con la goma del fruto de *Cordia myxa* L. un recubrimiento comestible para aumentar la vida útil de semillas de piñón (*Pinus gerardiana*). Además de usar la goma como material de recubrimiento, adicionó el extracto del fruto como fuente de antioxidantes, aumentando así en un 95% la vida útil

de las semillas de piñón. Se ha evidenciado que el uso de esta goma posee propiedades atractivas tanto con fines terapéuticos como para las industrias alimentaria y farmacéutica (Tekade y Chaudhar, 2013; Oza y Kulkarni, 2017; Hashemi et al., 2020)

A nivel de laboratorio se han desarrollado películas y recubrimientos comestibles a partir de frutos de *Cordia lutea* Lam. y quitosano (M. Castro, 2019; Gonzaga et al., 2019), frutos de *Cordia myxa* L. y antioxidantes agregados (Muhammad Haq et al., 2013; (M. Haq, Alam, et al., 2013), frutos de *Cordia myxa* L. y distintos plastificantes (M. Haq et al., 2014; M. A. Haq et al., 2016) y frutos de *Cordia myxa* L. con cera de abeja (M. Haq et al., 2016). En la **Tabla 10** se resumen algunas de estas aplicaciones.

Tabla 10

Investigaciones realizadas a nivel de laboratorio para el diseño de películas y recubrimientos comestibles empleando el mucílago de especies del género Cordia L.

Especie	País de publicación	Uso del mucílago	Resultados	Referencia
<i>Cordia myxa</i> L.	Pakistán	Película comestible	Propiedades ópticas mejoradas	(M. A. Haq et al., 2016)
		Recubrimiento comestible para maní	Recubrimiento suplementado con antioxidantes aumentó en un 290% la vida útil	(M. Haq, Azam, et al., 2013)
		Recubrimiento comestible para piñón (<i>Pinus gerardiana</i>)	Incremento del 95% de la vida útil	(M. Haq, Alam, et al., 2013)

Especie	País de publicación	Uso del mucílago	Resultados	Referencia
<i>Cordia myxa</i> L.	Egipto	Recubrimiento comestible para botones de alcachofa (<i>Cynara cardunculus</i>)	El film elaborado con ácido ascórbico y CaCl ₂ mostró reducción en la pérdida del peso e índice de pardeamiento	(El-Mogy et al., 2020)
	Ecuador	Recubrimiento comestible	La combinación del mucílago con quitosano mejoró las propiedades mecánicas y antimicrobianas del recubrimiento	(M. Castro, 2019)
<i>Cordia lutea</i> Lam.	Perú	Películas de quitosano	Se probaron distintos plastificantes naturales (exudado de <i>Prosopis pallida</i> y <i>Capparis scabrida</i> y mucílago). No obstante, el mejor resultado se obtuvo con <i>Capparis scabrida</i>	(Gonzaga et al., 2019)

Aditivos Alimentarios. Hussain et al. (2020) emplearon la goma proveniente del fruto de *Cordia myxa* L. como un hidrocoloide para modificar las propiedades del almidón de maíz, obteniendo una formulación con propiedades mejoradas de textura, reología y estabilidad. A su vez, Hasani y Yazdanpanah (2020) adicionaron goma de *Cordia myxa* L. en jalea de manzana obteniendo un producto con un aumento significativo de antioxidantes y una mejora de los parámetros viscoelásticos evaluados. Además, las propiedades sensoriales como textura, sabor y apariencia resultaron aceptables por parte de los evaluadores. Las mezclas entre el mucílago de *Cordia myxa* L. con harina de trigo podría resultar en una alternativa para la preparación de pan, de

manera que se utilice un hidrocoloide de bajo costo (Mahmood et al., 2018). El mucílago de frutos de *Cordia abyssinica* ha sido analizado por sus propiedades emulsificantes (Benhura y Chidewe, 2004). Se encontró que a pH neutro con mucílago al 1% se forman emulsiones que podrían ser útiles para aplicación en la elaboración de alimentos.

En la lista de aditivos aprobados por la agencia de control de alimentos y medicamentos en Estados Unidos, Food and Drugs administration (FDA, 2021), se encuentran incluidas las gomas acacia, gellan, guar, arabica, karaya, tragacanto y ghatti. Lo cual pone en evidencia la inocuidad y seguridad que estas presentan. Sin embargo, no se han encontrado suficientes informes que confirmen la inocuidad de la goma proveniente de especies del género *Cordia* L. Por lo que se propone información recopilada hasta el momento como base para futuros estudios que incluyan estudios de toxicidad alimentaria. En la **Tabla 11** se muestran algunos productos alimenticios modificados con el mucílago de especies del género *Cordia* L.

Tabla 11

Investigaciones realizadas a nivel de laboratorio donde se emplea el mucílago de especies del género Cordia L como aditivo alimentario

Especie	País de publicación	Producto modificado	Resultados	Referencia
<i>Cordia myxa</i> L.	Arabia Saudita	Almidón	Mejora en la textura y estabilidad	(Hussain et al., 2020)
		Harina de trigo	Mejora en el proceso de fermentación y reducción en la temperatura de cocción	(Mahmood et al., 2018)

Especie	País de publicación	Producto modificado	Resultados	Referencia
<i>Cordia myxa</i> L.	Irán	Jaleas de manzana	Mejora en los parámetros viscoelásticos	(Hasani y Yazdanpanah, 2020)
	Egipto	Helado de leche	Producto con propiedades nutricionales y sensoriales mejoradas	(Elkot et al., 2017)
<i>Cordia dichotoma</i> G. Forst		Chocolate	Producto con mejores propiedades sensoriales	(Toliba, 2018)

Otras Aplicaciones

Los bioplásticos son considerados como materiales de base biológica generados a partir de fuentes renovables, sin embargo, no todos los bioplásticos son considerados biodegradables (Acquavia et al., 2021). Pascoe (2019) utilizó el mucílago de *Opuntia ficusindica* (nopal) para la producción de películas bioplásticas con el fin de buscar una alternativa al plástico convencional. Por otro lado, Prado et al. (2018) desarrolló películas a partir del mucílago de *Linum usitatissimum* (linaza) con la adición de nanocristales de celulosa (CN), obteniendo una película con propiedades físico-químicas atractivas para ser aplicado en industrias farmacéuticas, alimentarias y de agricultura. A pesar de que no se encontraron aplicaciones del mucílago con especies del género *Cordia* L. podría ser una alternativa, ya sea para el diseño directo o en combinación con otros polímeros para la elaboración de bioplástico. Este último podría servir para la elaboración de bolsas y empaques que permita reemplazar a los de materiales de plástico convencional.

El mucílago de algunas especies de cacao ha sido empleado como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus bulgaricus* y *Pichia kudriavzevii* para la producción de ácido láctico y bioetanol, respectivamente (Arias et al., 2009; Romero et al., 2018). Se han desarrollado distintos métodos para la obtención de ácido poliláctico (PLA) a partir del ácido láctico, el cual se consigue únicamente por fermentación (Rasal et al., 2010). El PLA mantiene un rol importante dentro de la industria química, médica y electrónica, de manera que ha sido aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) (Li et al., 2020). Por otro lado, el bioetanol ha aumentado el interés debido a su uso equivalente como gasolina con el fin de evitar el consumo de gasolina derivada del petróleo (Zabochnicka-Swiatek y Sławik, 2014).

Las nanopartículas de plata elaboradas con el mucílago de *Cordia myxa* L. y *Cordia obliqua* Willd han sido empleadas para la degradación de cristal violeta (Bharathi et al., 2018) y naranja de metilo y azul rodamina (Saidu et al., 2019), respectivamente. En estos estudios se demuestra que las nanopartículas presentan una buena actividad fotocatalítica.

Adicionalmente, el mucílago de *Cordia myxa* L. ha sido empleado con el fin de fijar tejidos animales en reemplazo a la albúmina de Mayer (Al-Shammary, 2014). Además, el mucílago de *Cordia lutea* Lam. ha sido usado para la elaboración de fijadores de cabello, resultando en una alternativa viable en reemplazo a productos comerciales (S. Castro, 2015). En algunos países el mucílago de especies del género *Cordia* L. ha sido empleado para pegar hojas y cartones en reemplazo al pegamento convencional, resultando en otra alternativa que podría ser llevada a mayor escala con el fin de utilizar recursos renovables (R. Gupta y Das, 2015).

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

En el presente estudio se encontró que los usos ancestrales medicinales dados a especies del género *Cordia* L, incluyen el uso de flores, hojas, raíz y frutos. Algunas especies del género han sido registradas por su actividad antimicrobiana, analgésica, antiinflamatoria y antioxidante, lo cual se ha atribuido por su contenido significativo de flavonoides y terpenos. El contenido de estos metabolitos secundarios, en los frutos de especies del género, podría potenciar sus propiedades al momento de ser empleado como biopolímero.

Los mucílagos y gomas, debido a sus múltiples propiedades, han sido empleados ampliamente en industrias de fármacos, cosméticos, alimentos, pinturas y textiles. A nivel mundial, este mercado mueve millones de dólares. Países de Europa y Asia se han posicionado como los mayores exportadores de estos materiales. Debido al crecimiento poblacional y el consecuente aumento de la demanda de recursos, surge la necesidad de buscar nuevas alternativas de materiales útiles en las industrias, mayoritariamente en las industrias relacionadas a alimentos y fármacos. No obstante, la búsqueda de estos materiales está relacionada con la no toxicidad para el ser humano y el cuidado del medio ambiente. Por ello, algunas alternativas de polímeros sintéticos han sido descartadas o continúan en investigación para asegurarse de que cumpla con ello. De manera general, los polímeros naturales de fuentes vegetales como las gomas y mucílagos han demostrado cumplir con estos requerimientos.

A partir de la búsqueda bibliográfica se encontró que el mucílago del fruto de especies del género *Cordia* L. ha sido investigado como alternativa de excipiente, agente reductor y aditivo en la formulación de fármacos, nanopartículas y alimentos, respectivamente. En la mayoría de resultados se ha evidenciado un producto similar o mejorado, en relación al control establecido en cada caso. Sin embargo, son pocos los

estudios en los que se incluyen pruebas *in vitro* e *in vivo* que aprueben la inocuidad del mucílago. Se encontró que el método más empleado para la obtención del mucílago del fruto de especies del género corresponde al método de extracción con agua caliente y posterior precipitación con un ácido o un alcohol. De los documentos recopilados (5% tesis y 95% artículos), se encontró que la mayoría han sido publicados en países asiáticos, incluyendo India, Irán, Egipto, Irak y Pakistán. En América, se encontró que Perú y Brasil son los países de la región que han publicado más investigaciones sobre el tema. En Ecuador se encontraron 4 documentos (3 tesis universitarias y 1 artículo científico) los cuales hacen referencia a la especie *Cordia lutea* Lam (muyuyo), encontrada en la costa del país y que actualmente no tiene ningún uso industrial o comercial definido. Adicionalmente, se encontraron otras aplicaciones que se han dado a mucílagos de otros géneros vegetales y que podrían probarse con este mucílago, tal como la producción de bioplástico o el empleo del mismo como sustrato para medios de cultivos. Con la evidencia recopilada, se pone en contexto el uso que se ha dado a especies del género *Cordia* L. De esta manera se abre paso a nuevas investigaciones que podrían desarrollarse en el Ecuador y otros países de la región.

Recomendaciones

En una futura búsqueda bibliográfica sobre el presente tema, se podrían utilizar bases de datos de países asiáticos debido a que se encontró una mayor cantidad de publicaciones en estos países, por lo que se podría encontrar información valiosa no mostrada en inglés o español.

En lo que refiere a las investigaciones realizadas sobre el mucílago de especies del género *Cordia* L., hacen falta estudios que se enfoquen en la toxicidad y efectividad del mismo. Futuros estudios podrían centrarse en realizar estudios *in vivo* e *in vitro* que permitan conocer el efecto del mucílago. De esta manera se tendría mayor fundamento para ser aplicado en productos alimentarios y farmacéuticos. Además, se deberían

realizar ensayos en los que se muestre el rendimiento del mismo para reconocer la viabilidad de extraer este compuesto.

En Ecuador no se encontraron muchos estudios del tema, por lo que podrían desarrollarse investigaciones con especies del género *Cordia* L, ya sea para identificar sus metabolitos secundarios o como material para formulaciones alimentarias y farmacéuticas de prueba.

Bibliografía

- Abdel-Aleem, E. R., Attia, E. Z., Farag, F. F., Samy, M. N., y Desoukey, S. Y. (2019). Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant, anti-inflammatory, analgesic, antipyretic and antidiabetic activities of *Cordia myxa* L. leaves. *Clinical Phytoscience*, 5(29). <https://doi.org/10.1186/s40816-019-0125-z>
- Abdul, H., Kumar, P., Haranath, C., y Somasekhar, K. (2009). Fabrication and evaluation of glimepiride *Cordia dichotoma* G. Forst fruit mucilage sustained release matrix tablets. *Asian Journal of Chemistry*, 7(4), 2943–2947.
- Abril, R., Ruiz, E., Lazo, J., Banguera, D., Guayasamín, P., Vargas, K., y Vega, I. (2016). The use of medicinal plants by rural populations of the Pastaza province in the Ecuadorian Amazon. *Acta Amazonica*, 46(4), 355–366. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201600305>
- Aché. (2016). *Cordia verbenacea* : *acheflan*. https://www.ache.com.br/arquivos/BU_ACHEFLAN-CREME_ACHE_JUL2012.pdf
- Acquavia, M. A., Pascale, R., Martelli, G., Bondoni, M., y Bianco, G. (2021). Natural polymeric materials: A solution to plastic pollution from the agro-food sector. *Polymers*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/polym13010158>
- Afzal, M., Obuekwe, C., Khan, A. R., y Barakat, H. (2007). Antioxidant activity of *Cordia myxa* L. and its hepatoprotective potential. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 6(8), 2236–2242. https://www.researchgate.net/publication/228488686_Antioxidant_activity_of_Cordia_myxa_L_and_its_hepatoprotective_potential
- Afzal, M., Obuekwe, C., Khan, A. R., y Barakat, H. (2009). Influence of *Cordia myxa* on chemically induced oxidative stress. *Nutrition y Food Science*, 39(1), 6–15. <https://doi.org/10.1108/00346650910930761>
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía*

dendrológica para su identificación y caracterización.

<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>

Ahmadi, H. (2013). *Tragacanth Gum: Structural Composition , Natural Functionality and Enzymatic Conversion as Source of Potential Prebiotic Activity* [Technical University of denmark].

https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/74237793/HAG_beta_PhD_Thesis..PDF

Ahuja, M., Kumar, S., y Kumar, A. (2013). Evaluation of mucoadhesive potential of gum cordia, an anionic polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*, 55, 109–112. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2012.12.038>

Aimey, Z., Goldson-Barnaby, A., y Bailey, D. (2020). A Review of Cordia Species Found in the Caribbean: Cordia Obliqua Willd., Cordia Dichotoma G. Forst. And Cordia Collococca L. *International Journal of Fruit Science*.

<https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1772181>

Al-Ati, T. (2011). Assyrian plum (Cordia myxa L.). En *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 116–126). Elsevier.

<https://doi.org/10.1533/9780857092762.116>

Al-Awadi, F., Srikumar, T., Anim, J., y Khan, I. (2001). Antiinflammatory effects of Cordia myxa fruit on experimentally induced colitis in rats. *Nutrition*, 17(5), 391–396.

[https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(01\)00517-2](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(01)00517-2)

Al-Hamdani, M. y A Al-Faraji, A. S. (2017). Evaluation of Inhibitory Activity of Cordia Myxa Fruit Extract on Microorganisms that Causes Spoilage of Food and Its Role in the Treatment of Certain Disease States. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 7(2), 43–49.

<https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/34979>

- Al-Musayeib, N., Perveen, S., Fatima, I., Nasir, M., y Hussain, A. (2011). Antioxidant, anti-glycation and anti-inflammatory activities of phenolic constituents from cordia sinensis. *Molecules*, 16, 10214–10226.
<https://doi.org/10.3390/molecules161210214>
- Al-Shammary, H. (2014). An inexpensive alternative to routine section adhesives for histology: The mucilaginous substance of the Assyrian plum. *Biotechnic and Histochemistry*, 89(4), 256–258. <https://doi.org/10.3109/10520295.2013.839053>
- Al-Snafi, P. D. A. E. (2017). The pharmacological and therapeutic importance of Eucalyptus species grown in Iraq. *IOSR Journal of Pharmacy (IOSRPHR)*, 07(03), 72–91. <https://doi.org/10.9790/3013-0703017291>
- Alderman, N. (1997). *Non-Newtonian Fluids: Introduction and Guide To Classification and Characteristics*. https://www.researchgate.net/publication/273392367_Non-Newtonian_Fluids_Guide_to_Classification_and_Characteristics
- Ali, B. H., Ziada, A., y Blunden, G. (2009). Biological effects of gum arabic: A review of some recent research. *Food and Chemical Toxicology*, 47(2009), 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.07.001>
- Ali, R., y Masood, H. (2014). The Rheological Modeling and Effect of Temperature on Steady Shear Flow Behavior of Cordia abyssinica Gum. *Journal of Food Processing y Technology*, 05(03). <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000309>
- Altemimi, A., Lakhssassi, N., Baharlouei, A., Watson, D. G., y Lightfoot, D. A. (2017). Phytochemicals: Extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts. *Plants*, 6(42). <https://doi.org/10.3390/plants6040042>
- Alves, E. F., Santos, B. S., Coutinho, H. D. M., y Matias, E. F. F. (2015). Evaluation of antibacterial activity and modulatory effect of the hexane fraction from methanol extract of Cordia verbenacea DC leaves. *Journal of Medicinal Plants Research*, 9(12), 395–399. <https://doi.org/10.5897/JMPR2013.5290>

- Amer, W. M., Hamdy, R. S., y Mahdy, R. A. (2016). *Taxonomic revision of genus Cordia L. (Boraginaceae) in Egypt*. 375–408.
- Ameri, A., Heydarirad, G., Mahdavi Jafari, J., Ghobadi, A., Rezaeizadeh, H., y Choopani, R. (2015). Medicinal plants contain mucilage used in traditional Persian medicine (TPM). *Pharmaceutical Biology*, 53(4), 615–623.
<https://doi.org/10.3109/13880209.2014.928330>
- Amiri, M. S., Mohammadzadeh, V., Yazdi, M. E. T., Barani, M., Rahdar, A., y Kyzas, G. Z. (2021). Plant-Based Gums and Mucilages Applications in Pharmacology and Nanomedicine: A Review. *Molecules*, 26(6), 1770.
<https://doi.org/10.3390/molecules26061770>
- Amudha, M., y Rani, S. (2014). GC-MS Analysis of Bioactive components of *Cordia retusa* (Boraginaceae). *Hygeia: journal for drugs and medicines*, 6(April), 12–19.
- Anand, U., Jacobo-herrera, N., Altemimi, A., y Lakhssassi, N. (2019). A Comprehensive Review on Medicinal Plants as Antimicrobial Therapeutics : Potential Avenues of Biocompatible Drug Discovery. *Metabolites*, 9(258).
<https://doi.org/10.3390/metabo9110258>
- Anchal, S., Swarnima, P., Arpita, S., Aqil, S., y Nitish, P. (2021). Cream: a topical drug delivery system (TDDS). *European Journal of Pharmaceutical and medical research*, 8(1), 340–342.
https://www.researchgate.net/publication/349835857_CREAM_A_TOPICAL_DRUG_DELIVERY_SYSTEMTDDS
- Arias, M., Henao, L., y Castrillón, Y. (2009). Lactic acid production by fermentation of coffee mucilage with *Lactobacillus bulgaricus* NRRL-B548. *DYNA*, 76(158), 147–153. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n158/a14v76n158.pdf>
- Arroyo-Acevedo, J., Franco-Quino, C., Ruiz-Ramirez, E., Chávez-Asmat, R., Anampa-Guzmán, A., Raéz-González, E., y Cabanillas-Coral, J. (2016). Antiallergic effect of

- the atomized extract of rhizome of curcuma longa, flowers of Cordia lutea and leaves of annona muricata. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 12, 1643–1647. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S115786>
- Artimonte, A. P., Scaranari, C., Batista, L. A. R., Figueira, G. M., Sartoratto, A., y Magalhães, P. M. de. (2006). Biomassa e composição química de genótipos melhorados de espécies medicinais cultivadas em quatro municípios paulistas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(5), 869–872. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000500021>
- Azevedo, C. y Da Rosa, J. (2018). *Plantas medicinais do Jardim Botânico de Porto Alegre*. <https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/carga20181216/26171641-ebook-color-oficial.pdf>
- Azizur, M. y Akhtar, J. (2016). Phytochemistry and pharmacology of traditionally used medicinal plant Cordia dichotoma Linn (Boraginaceae). *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 10(2), 186–193. https://www.researchgate.net/publication/310503839_Phytochemistry_and_pharmacology_of_traditionally_used_medicinal_plant_Cordia_dichotoma_Linn_Boraginaceae
- Balick, M., Elisabetsky, E., y Laird, S. (1997). Pharmaceuticals and Forests Medicinal Resources of the Tropical Forest: Biodiversity and Its Importance to Human Health. *BioScience*. <https://doi.org/10.2307/1313274>
- Bandiola, T. M. (2018). Extraction and qualitative phytochemical screening of medicinal plants: A brief summary. *International Journal of Pharmacy*, 8(1), 137–143. https://www.researchgate.net/publication/324674203_Extraction_and_Qualitative_Phytochemical_Screening_of_Medicinal_Plants_A_Brief_Summary
- Bansal, J., Malviya, R., Malaviya, T., Bhardwaj, V., y Sharma, P. K. (2014). Evaluation of Banana Peel Pectin as Excipient in Solid Oral Dosage Form. *Global Journal of*

- Pharmacology*, 8(2), 275–278. <https://doi.org/10.5829/idosi.gjp.2014.8.2.83288>
- Barak, S., Mudgil, D., y Taneja, S. (2020). Exudate gums: chemistry, properties and food applications – a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100, 2828–2835. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10302>
- Begum, S., Perwaiz, S., Siddiqui, B. S., Khan, S., Fayyaz, S., y Ramzan, M. (2011). Chemical constituents of cordia latifolia and their nematicidal activity. *Chemistry and Biodiversity*, 8(5), 850–861. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201000058>
- Benhura, M. A. N., y Chidewe, C. K. (2004). The emulsifying properties of a polysaccharide isolated from the fruit of Cordia abyssinica. *International Journal of Food Science and Technology*, 39(5), 579–583. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00809.x>
- Bernal, R., Gradstein, S., y Celis, M. (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. <https://bit.ly/3Fof6be>
- Bharathi, D., Vasantharaj, S., y Bhuvaneshwari, V. (2018). Green synthesis of silver nanoparticles using Cordia dichotoma fruit extract and its enhanced antibacterial, anti-biofilm and photo catalytic activity. *Materials Research Express*, 5. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/aac2ef>
- Bhargava, R., Wang, S. Q., y Koenig, J. L. (2003). FTIR microspectroscopy of polymeric systems. *Advances in Polymer Science*, 163, 137–191. <https://doi.org/10.1007/b11052>
- Bishayee, A., Ahmed, S., Brankov, N., y Perloff, M. (2011). Triterpenoids as potential agents for the chemoprevention and therapy of breast cancer. *Frontiers in Bioscience*, 16(3), 980–996. <https://doi.org/10.2741/3730>
- Bisulca, C., Odegaard, N., y Zimmt, W. (2016). Testing for Gums, Starches, and Mucilages in Artifacts with O-toluidine. *Journal of the American Institute for Conservation*, 55(4), 217–227. <https://doi.org/10.1080/01971360.2016.1239492>

- Blekas, G. (2015). Food Additives: Classification, Uses and Regulation. *Encyclopedia of Food and Health*, 731–736. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00304-4>
- Castañeda-Ovando, A., González-Aguilar, L. A., Granados-Delgadillo, M. A., y Chávez-Gómez, U. J. (2020). Goma guar: un aliado en la industria alimentaria. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7(14), 107–111. <https://doi.org/10.29057/icbi.v7i14.4988>
- Castro, M. (2019). *Caracterización de propiedades físicas y antimicrobianas in vitro de un recubrimiento comestible a base de muyuyo (cordia lutea lam.) y quitosano* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”]. <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1063>
- Castro, S. (2015). Evaluación del fruto del Muyuyo (*Cordia lutea* Lamarck, boraginaceae), como ingrediente cosmético para la elaboración de fijadores de cabello [Universidad Politécnica Salesiana]. En *Tesis de posgrado*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9029>
- CATIE. (1994). Laurel(*Cordia Alliodora*) especie de arbol de uso multiple en America central. *Centro Agronomico tropical de investigacion y enseñanza CATIE*, 42. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A4236e/A4236e.pdf>
- Chaudhary, A., Sharma, A., y Rana, R. (2014). Mucilage: isolation , characterisation and sources. *International Journal of Phytopharmacy Research*, 5(3), 139–143. https://www.academia.edu/19719928/MUCILAGE_ISOLATION_CHARACTERISATION_AND_SOURCES
- Chen, T., Ales, D. C., Baenziger, N. C., y Wiemer, D. F. (1983). Ant-Repellent Triterpenoids from *Cordia alliodora*. *Journal of Organic Chemistry*, 48(20), 3525–3531. <https://doi.org/10.1021/jo00168a030>
- Choudhary, P. D. y Pawar, H. A. (2014). Recently Investigated Natural Gums and Mucilages as Pharmaceutical Excipients: An Overview. *Journal of Pharmaceutics*,

2014(ii), 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/204849>

Correia, T. B., Souza, V. K. T., Da Silva, A. P. F., Lyra Lemos, R. P., y Conserva, L. M.

(2010). Determination of the phenolic content and antioxidant potential of crude extracts and isolated compounds from leaves of *Cordia multispicata* and *Tournefortia bicolor*. *Pharmaceutical Biology*, 48(1), 63–69.

<https://doi.org/10.3109/13880200903046146>

Coskun, O. (2016). Separation Techniques: Chromatography. *Northern Clinics of Istanbul*, 3(2), 156–160. <https://doi.org/10.14744/nci.2016.32757>

Crisologo, G. (2020). *Estudio comparativo del efecto cicatrizante de los geles de flor de overo (Cordia lutea), hoja de llantén (Plantago major) y mixto (Cordia lutea, Plantago major), en herida inducida de mucosa palatina en conejo (Oryctulagus cuniculus)*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Da Silva, S., Agra, M., Tavares, J., y Da-Cunha, E. (2010). Flavonones from aerial parts of *Cordia globosa* (Jacq.) Kunth, Boraginaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*.

Dauqan, E., y Abdullah, A. (2013). Utilization of gum Arabic for industries and human health. *American Journal of Applied Sciences*, 10(10), 1270–1279.

<https://doi.org/10.3844/ajassp.2013.1270.1279>

De Carvalho, J., Rodrigues, R. F. O., Sawaya, A. C. H. F., Marques, M. O. M., y

Shimizu, M. T. (2004). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* D. C. *Journal of Ethnopharmacology*, 95, 297–301. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.07.028>

De Menezes, J. E. S. A., Machado, F. E. A., Lemos, T. L. G., Silveira, E. R., Braz Filho, R., y Pessoa, O. D. L. (2004). Sesquiterpenes and a Phenylpropanoid from *Cordia trichotoma*. *Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 59(1–

2), 19–22. <https://doi.org/10.1515/znc-2004-1-204>

- De Vicente, J. (2012). Rheology. En *Polymer Rheology by Dielectric Spectroscopy*.
<https://doi.org/10.5772/35145>
- Deters, A., Zippel, J., Hellenbrand, N., Pappai, D., Possemeyer, C., y Hensel, A. (2010).
Aqueous extracts and polysaccharides from Marshmallow roots (*Althea officinalis*
L.): Cellular internalisation and stimulation of cell physiology of human epithelial
cells in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*, 127(1), 62–69.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.09.050>
- Dhanisha, S. S., Guruvayoorappan, C., Drishya, S., y Abeesh, P. (2018). Mucins:
Structural diversity, biosynthesis, its role in pathogenesis and as possible
therapeutic targets. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 122(January), 98–
122. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2017.12.006>
- Dhiman, S., Asthana, A., Tiwary, A. K., Jindal, M., y Shilakari, G. (2015). Development
and Evaluation of Novel Cordia myxa Fruit Gum Based Mucoadhesive Tablets for
Gastroretentive Delivery of Losartan Potassium. *Journal of Pharmaceutical
Sciences and Research*, 7(9), 652–661.
<https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol7Issue09/jpsr07091507.pdf>
- Dmour, I., y Taha, M. O. (2018). Natural and semisynthetic polymers in pharmaceutical
nanotechnology. En *Organic Materials as Smart Nanocarriers for Drug Delivery*.
Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813663-8.00002-6>
- Dos Santos, R. P., Lemos, T. L. G., Pessoa, O. D. L., Braz-Filho, R., Rodrigues-Filho,
E., Viana, F. A., y Silveira, E. R. (2005). Chemical constituents of Cordia
piauiensis - Boraginaceae. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 16(3 B),
662–665. <https://doi.org/10.1590/s0103-50532005000400029>
- Duppala, L., Anepu, S., Divvela, H. N. D., y Teku, R. L. (2016). Assessment of film
forming potential of Cordia dichotoma fruit mucilage (Boraginaceae): Alfuzosin
hydrochloride as a drug of choice. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 6(5),

36–43. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2016.60506>

Ebrahimzadeh, M. A., Enayatifard, R., Khalili, M., Ghaffarloo, M., Saeedi, M., y Charati, J. Y. (2014). Correlation between sun protection factor and antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some medicinal plants. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 13(3), 1041–1048.

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4177626/#:~:text=by DPPH test\).](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4177626/#:~:text=by DPPH test).)-
, Good correlation was found between SPF and phenolic contents (Correlation, %3D 0.56) in tested extracts.

El-Mogy, M. M., Parmar, A., Ali, M. R., Abdel-Aziz, M. E., y Abdeldaym, E. A. (2020). Improving postharvest storage of fresh artichoke bottoms by an edible coating of *Cordia myxa* gum. *Postharvest Biology and Technology*, 163(November 2019), 111143. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111143>

El-Newary, S. A., Ibrahim, A. Y., Osman, S. M., y Wink, M. (2018). Evaluation of possible mechanisms of *Cordia dichotoma* fruits for hyperlipidemia controlling in Wistar albino rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 8(6), 302–312. <https://doi.org/10.4103/2221-1691.235325>

Elkot, W., Ismail, H., y Rayan, M. (2017). Enhancing The Functional Properties and Nutritional Quality of Ice Milk with Sebesten Fruits (*Cordia myxa* L.). *Egyptian Journal of Food Science*, 45, 125–134. <https://bit.ly/3z8jclz>

Escobar, V., Rangel, J. R., Pérez, N. V., Espinosa, G. A., y Rodríguez, J. L. D. (2012). FTIR - An Essential Characterization Technique for Polymeric Materials. *Infrared Spectroscopy - Materials Science, Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.5772/36044>

Estrada, J. (2019). *Revisión taxonómica del género Cordia L. subgénero Varronia (P.Browne) Cham. en Colombia*. [Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/55078/>

- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., y Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science and Technology*, 22(6), 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>
- FDA. (2021). *Food additive status list*. <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/food-additive-status-list>
- Ferreira, E., Alves, E. F., Silva, M. K. do N., Carvalho, V., Melo, H. D., y Martins da Costa, J. G. (2015). The genus *Cordia*: Botanists, ethno, chemical and pharmacological aspects. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 25(2015), 542–552. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.05.012>
- Ferreira, E., Ferreira, E., Sousa, B., y Ferreira, L. (2013). Biological activities and chemical characterization of *Cordia verbenacea* DC. as tool to validate the ethnobiological usage. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/164215>
- Florien. (2015). *Erva Baleeira*. <https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/ERVA-BALEEIRA.pdf>
- Fouseki, M. M., Damianakos, H., Karikas, G. A., Roussakis, C., P.Gupta, M., y Chinou, I. (2016). Chemical constituents from *Cordia alliodora* and *C. collococa* (Boraginaceae) and their biological activities. *Fitoterapia*, 115, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2016.09.004>
- Gacem, M., Telli, A., Gacem, H., y Ould-EI-Hadj-Khelil, A. (2019). Phytochemical screening, antifungal and antioxidant activities of three medicinal plants from Algerian steppe and Sahara (preliminary screening studies). *SN Applied Sciences*, 1(12), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1797-1>
- Ganjare, A. B., Nirmal, S. A., y Patil, A. N. (2011). Use of apigenin from *Cordia dichotoma* in the treatment of colitis. *Fitoterapia*, 82(7), 1052–1056. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2011.06.008>

- García, M., Sandoval, J., y Correa, C. (2016). *Efecto de los flavonoides totales de Cordia lutea Lam. sobre hepatotoxicidad inducida por tetracloruro de carbono en Rattus norvegicus var. albinus*.
[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1442/García Méndez Maritza Elizabeth II.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1442/García%20Méndez%20Maritza%20Elizabeth%20II.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ghavamizadeh, M., Kashfi, S. A., Ansari, M., Didban, F., Vaziri, M. J., Rouhandeh, R., Goodarzi, M., y Asadilari, M. (2020). The Amelioration of Gentamycin Nephrotoxicity by Cordia myxa L. in Rat. *International Medical Journal*, 27(3), 280–283.
<https://ahs.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccmy&AN=143624438&site=ehost-live&scope=site>
- Gilbert, B., y Favoreto, R. (2013). Cordia verbenacea DC Boraginaceae. *Revista Fitos*, 7(01), 17–25. <http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/133>
- Gonzaga, A., Rimaycuna, J., Cruz, G. J. F., Bravo, N., Gómez, M. M., Solis, J. L., y Santiago, J. (2019). Influence of natural plasticizers derived from forestry biomass on shrimp husk chitosan films. *Journal of Physics: Conference Series*.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1173/1/012006>
- González, I., González, D., y Morera, V. (2019). Secondary metabolites in plants: Main classes, phytochemical analysis and pharmacological activities. *Revista Bionatura*, 4(4). <https://doi.org/10.21931/RB/2019.04.04.11>
- Goswami, S., y Ray, S. (2020). Comparative assessment of allelopathic herbicidal actions and total phenolics content of seven Indian medicinal plants. *bioRxiv*, 2020.12.23.423709. <https://doi.org/10.1101/2020.12.23.423709>
- Guamán, L. (2018). *Turno biológico de corta para Cordia alliodora (Ruiz y Pav .) Oken a través de métodos dendrocronológicos en la quinta experimental “El Padmi” Zamora Chinchipe*. Universidad Nacional de Loja.

- Gunjal, A. (2020). Phytochemical Compounds, their Assays and Detection Methods - A Review. *Vigyan Varta*, 1(3), 61–71.
https://www.researchgate.net/publication/343125948_Phytochemical_Compounds_their_Assays_and_Detection_Methods_-_A_Review
- Gupta, R., y Das, G. (2015). A review on plant *Cordia obliqua* Willd. (Clammy cherry). *Pharmacognosy Reviews*, 9(18), 127–131. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.162124>
- Gupta, S., Parvez, N., y Kumar, P. (2015). *Extraction and characterization of Cordia dichotoma mucilage as pharmaceutical adjuvante*. 4(2), 1299–1308.
- Hamman, J. H. (2008). Composition and applications of Aloe vera leaf gel. *Molecules*, 13(8), 1599–1616. <https://doi.org/10.3390/molecules13081599>
- Haq, M. A., Jafri, F. A., y Hasnain, A. (2016). Effects of plasticizers on sorption and optical properties of gum cordia based edible film. *Journal of Food Science and Technology*, 53(6), 2606–2613. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2227-7>
- Haq, M., Alam, M., y Hasnain, A. (2013). Gum Cordia: A novel edible coating to increase the shelf life of Chilgoza (*Pinus gerardiana*). *LWT - Food Science and Technology*, 50, 306–311. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.05.008>
- Haq, M., Azam, M., y Hasnain, A. (2013). Gum cordia as carrier of antioxidants: effects on lipid oxidation of peanuts. *Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 2366–2372. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1199-0>
- Haq, M., Hasnain, A., Jafri, F. A., Akbar, M. F., y Khan, A. (2016). Characterization of edible gum cordia film: Effects of beeswax. *LWT - Food Science and Technology*, 68, 674–680. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.011>
- Haq, M., Hasnain, A., Jamil, K., y Samee Haider, M. (2014). Extraction and characterization of gum from cordia myxa. *Asian Journal of Chemistry*, 26(1), 122–126. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2014.15346>

- Harish, Kumar, Nagasamy, Venkatesh, Himangshu, y Bhowmik. (2018). Metallic Nanoparticle: A Review. *Biomedical Journal of Scientific y Technical Research*, 4(2), 3765–3775. <https://doi.org/10.26717/bjstr.2018.04.0001011>
- Hasani, M. y Yazdanpanah, S. (2020). The effects of gum Cordia on the physicochemical, textural, rheological, microstructural, and sensorial properties of apple jelly. *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1155/2020/8818960>
- Hashemi, H., Safdarianghomsheh, R., Zamanifar, P., Salehi, S., Niakousari, M., y Hosseini, S. M. H. (2020). Characterization of Novel Edible Films and Coatings for Food Preservation Based on Gum Cordia. *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1155/2020/8883916>
- Hernandez, T., Canales, M., Teran, B., Avila, O., Duran, A., Garcia, A. M., Hernandez, H., Angeles-Lopez, O., Fernandez-Araiza, M., y Avila, G. (2007). Antimicrobial activity of the essential oil and extracts of Cordia curassavica (Boraginaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 111(1), 137–141. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.002>
- Hoeltgebaum, M. P., Bernardi, A. P., Montagna, T., y Reis, M. S. (2015). Diversidade e estrutura genética de populações de Varronia curassavica Jacq. Em restingas da Ilha de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(4), 1083–1090. https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_120
- Hojjati, M., y Beirami-Serizkani, F. (2020). Structural characterization, antioxidant and antibacterial activities of a novel water soluble polysaccharide from Cordia myxa fruits. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(6), 3417–3425. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00586-y>
- Holden-Dye, L. y Walker, R. J. (2007). Anthelmintic drugs. En *WormBook : the online review of C. elegans biology*. <https://doi.org/10.1895/wormbook.1.143.1>
- Hussain, I., Singh, N. B., Singh, A., Singh, H., y Singh, S. C. (2016). Green synthesis of

nanoparticles and its potential application. *Biotechnology Letters*, 38(4), 545–560.

<https://doi.org/10.1007/s10529-015-2026-7>

Hussain, S., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., Ibraheem, M. A., Qasem, A. A. A.,

Shahzad, S. A., y Ababtain, I. A. (2020). Use of Gum Cordia (*Cordia myxa*) as a Natural Starch Modifier; Effect on Pasting, Thermal, Textural, and Rheological

Properties of Corn Starch. *Foods*, 9(7), 909. <https://doi.org/10.3390/foods9070909>

Huynh, K. H., Pham, X. H., Kim, J., Lee, S. H., Chang, H., Rho, W. Y., y Jun, B. H.

(2020). Synthesis, properties, and biological applications of metallic alloy nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 1–29.

<https://doi.org/10.3390/ijms21145174>

Iannicelli, J., Guariniello, J., Álvarez, S. P., y Escandón, A. (2018). Traditional uses,

conservation status and biotechnological advances for a group of aromatic /

medicinal native plants from America. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 17(5), 453–491.

Ibrahim, A. Y., El-Newary, S. A., y Ibrahim, G. E. (2019). Antioxidant, cytotoxicity and

anti-tumor activity of *Cordia dichotoma* fruits accompanied with its volatile and sugar composition. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(1), 29–37.

<https://doi.org/10.1016/j.aos.2019.05.008>

Indacochea, B., Gabriel, J., Parrales, J., y Álvarez, B. (2019). *El laurel [Cordia alliodora*

(Ruiz y Pav) Oken]: Especie estratégica para la microrregión del Sur de Manabí, Ecuador.

International Trade Center (ITC). (2021a). *List of exporters for the selected product in*

2020 Product : 130239 Mucilages and thickeners derived from vegetable products, whether or not modified. Trade Map - Trade statistics for international business development.

https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=1%7C218%7C

%7C%7C%7C130239%7C%7C%7C6%7C1%7C1%7C1%7C1%7C1%7C2%7C1%7C1%7C1

International Trade Center (ITC). (2021b). *Lista de los mercados proveedores para un producto importado por Ecuador Producto : 1301 Goma laca , así como gomas , resinas , gomorresinas , bálsamos y otras oleorresinas , naturales*. Trade Map - Trade statistics for international business development.

https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7C218%7C%7C%7C%7C1301%7C%7C%7C4%7C1%7C1%7C1%7C2%7C1%7C2%7C2%7C1%7C1

International Tropical Timber Organization (ITTO). (2020). *Laurel (Cordia alliodora)*.

<http://www.tropicaltimber.info/es/specie/laurel-cordia-alliodora/>

loset, J. R., Marston, A., Gupta, M. P., y Hostettmann, K. (2000a). Antifungal and larvicidal compounds from the root bark of *Cordia alliodora*. *Journal of Natural Products*, 63(3), 424–426. <https://doi.org/10.1021/np990393j>

loset, J. R., Marston, A., Gupta, M. P., y Hostettmann, K. (2000b). Antifungal and larvicidal cordiaquinones from the roots of *Cordia curassavica*. *Phytochemistry*, 53, 613–617. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(99\)00604-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(99)00604-4)

Jamkhande, P. G., Barde, S. R., Patwekar, S. L., y Tidke, P. S. (2013). Plant profile, phytochemistry and pharmacology of *Cordia dichotoma* (Indian cherry): A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(12), 1009–1012. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60194-X](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60194-X)

Jani, G. K., Shah, D. P., Prajapatia, V. D., y Jain, V. C. (2009). Gums and mucilages: Versatile excipients for pharmaceutical formulations. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4(5), 309–323.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.472.4557yrep=rep1ytype=pdf>

- Jasiem, T., Hatem, S., Aljubory, I. S., y Latef, Q. N. (2016). Phytochemical study and antibacterial activity of crude alkaloids and mucilage of cordia myxa in Iraq. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 39(1), 232–236.
- Karami, M., Moghimipour, E., y Farivar, S. (2014). Preparation and evaluation of Cordia myxa fruit topical cream. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 13(7).
- Keshani-Dokht, S., Emam-Djomeh, Z., Yarmand, M. S., y Fathi, M. (2018). Extraction, chemical composition, rheological behavior, antioxidant activity and functional properties of Cordia myxa mucilage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 485–493. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.069>
- Khan, I., Saeed, K., y Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry*, 12, 908–931. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.05.011>
- Kumar, B., Smita, K., Cumbal, L., Debut, A., Camacho, J., Hernández-Gallegos, E., Chávez-López, M. de G., Grijalva, M., Angulo, Y., y Rosero, G. (2015). Pomosynthesis and biological activity of silver nanoparticles using Passiflora tripartita fruit extracts. *Advanced Materials Letters*, 6(2), 127–132. <https://doi.org/10.5185/amlett.2015.5697>
- Kumar, B., Smita, K., Debut, A., y Cumbal, L. (2016). Extracellular green synthesis of silver nanoparticles using Amazonian fruit Araza (Eugenia stipitata McVaugh). *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 26(9), 2363–2371. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(16\)64359-5](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(16)64359-5)
- Kumar, B., Smita, K., Debut, A., y Cumbal, L. (2018). Utilization of Persea americana (Avocado) oil for the synthesis of gold nanoparticles in sunlight and evaluation of antioxidant and photocatalytic activities. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*, 10(July), 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2018.07.009>

- Kumar, B., Smita, K., Galeas, S., Sharma, V., Guerrero, V. H., Debut, A., y Cumbal, L. (2020). Characterization and application of biosynthesized iron oxide nanoparticles using Citrus paradisi peel: A sustainable approach. *Inorganic Chemistry Communications*, 119(July), 108116. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2020.108116>
- Kuppast, I. J., y Vasudeva, P. (2006). Wound healing activity of cordia dichotoma forst. F. fruits. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 5(2), 99–102.
- Kurd, F., Fathi, M., y Shekarchizadeh, H. (2017). Basil seed mucilage as a new source for electrospinning: Production and physicochemical characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95, 689–695. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.11.116>
- Kuroyanagi, M., Kawahara, N., Sekita, S., Satake, M., Hayashi, T., Takase, Y., y Masuda, K. (2003). Dammarane-Type Triterpenes from the Brazilian Medicinal Plant Cordia multispicata. *Journal of Natural Products*, 66(10), 1307–1312. <https://doi.org/10.1021/np020483f>
- Lameira, O. A., Pinto, J. E. B. P., Cardoso, M. G., y Arrigoni-Blank, M. F. (2009). Estabelecimento de cultura de células em suspensão e identificação de flavonóides em Cordia verbenacea DC. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 11(1), 7–11. <https://doi.org/10.1590/s1516-05722009000100002>
- Laubach, J., Joseph, M., Brenza, T., Gadhamshetty, V., y Sani, R. K. (2021). Exopolysaccharide and biopolymer-derived films as tools for transdermal drug delivery. *Journal of Controlled Release*, 329, 971–987. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.10.027>
- Lazzarini, R. (2006). Investigación y desarrollo de una crema antiinflamatoria a base de extracto de Cordia. *Revista de fitoterapia*.
- Lewis, W. H., y Elvin-lewis, M. P. (1995). Medicinal Plants as Sources of New Therapeutics. *Missouri Botanical Garden*, 82(1), 16–24.

- Li, G., Zhao, M., Xu, F., Yang, B., Li, X., Meng, X., y Teng, L. (2020). Synthesis and Biological Application of Polylactic acid. *Molecules*, 25.
<https://doi.org/10.3390/molecules25215023>
- Liegel, L., y Stead, J. (1990). Silvics of North America. En *Agriculture Handbook 654* (pp. 159–165). https://rngr.net/publications/arboles-de-puerto-rico/cordia-alliodora/at_download/file
- Liegel, L., y Stead, J. (2000). Cordia alliodora (Ruiz y Pav .) Oken Capá prieto , laurel Familia de las borrajas. *Forestry*, 17, 159–165.
- Luzuriaga-Quichimbo, C. (2017). *Estudio etnobotánico en comunidades Kichwas amazónicas de Pastaza, Ecuador* [Universidad de extremadura].
<https://dehesa.unex.es/handle/10662/6419>
- Luzuriaga-Quichimbo, C., Blanco-Salas, J., Muñoz-Centeno, L., Peláez, R., Cerón-Martínez, C., y Ruiz-Téllez, T. (2019). In silico molecular studies of antiophidic properties of the amazonian tree Cordia nodosa Lam. *Molecules*, 24(22).
<https://doi.org/10.3390/molecules24224160>
- Mahmood, K., Alamri, M. S., Abdellatif, M. A., Hussain, S., y Qasem, A. A. A. (2018). Wheat flour and gum cordia composite system: Pasting, rheology and texture studies. *Food Science and Technology*, 38(4), 691–697.
<https://doi.org/10.1590/fst.10717>
- Martim, J. K. P., Maranhão, L. T., y Costa-Casagrande, T. A. (2021). Review: Role of the chemical compounds present in the essential oil and in the extract of Cordia verbenacea DC as an anti-inflammatory, antimicrobial and healing product. *Journal of Ethnopharmacology*, 265(December 2019), 113300.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113300>
- Marulanda, M., López, A. M., Uribe, M., y Ospina, C. M. (2011). Caracterización de la variabilidad genética de progenies de Cordia alliodora (R. y P.) Oken. *Colombia*

Forestal, 14(2), 119–135.

<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2011.2.a01>

Mawalagedera, S., Callahan, D. L., Gaskett, A. C., Rønsted, N., y Symonds, M. R. E. (2019). Combining evolutionary inference and metabolomics to identify plants with medicinal potential. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7(July), 1–11.

<https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00267>

Mazzari, A. L. D. A., Milton, F., Frangos, S., Carvalho, A. C. B., Silveira, D., Neves, F. de A. R., y Prieto, J. M. (2016). In vitro effects of four native brazilian medicinal plants in CYP3A4 mRNA gene expression, glutathione levels, and P-glycoprotein activity. *Frontiers in Pharmacology*, 7(AUG). <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00265>

Mbuni, Y. M., Wang, S., Mwangi, B. N., Mbari, N. J., Musili, P. M., Walter, N. O., Hu, G., Zhou, Y., y Wang, Q. (2020). Medicinal plants and their traditional uses in local communities around cherangani hills, western Kenya. *Plants*, 9(331).

<https://doi.org/10.3390/plants9030331>

Meghwal, P. R., Singh, A., Kumar, P., y Morwal, B. R. (2014). Diversity, distribution and horticultural potential of *Cordia myxa* L.: a promising underutilized fruit species of arid and semi arid regions of India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 61(8), 1633–1643. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0161-y>

Mendocilla-Risco, M., Rojas Valdez, N., Villar-López, A., Cruzado-Ubillús, R., Guzmán-Coral, F., y Bernuy-Zagaceta, I. (2018). Evidencias preclínicas de *Cordia lutea* Lam: fitoquímica y efecto en daño hepático. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 3(4), 183–190. <https://doi.org/10.26722/rpmi.2018.34.100>

Mitchell, G. (2014). *Rheology: Theory, properties and practical applications*.

https://www.researchgate.net/publication/236221048_Rheology_Theory_Properties_and_Practical_Applications

Miyahara, R. (2017). Emollients. En *Cosmetic Science and Technology: Theoretical*

Principles and Applications (pp. 245–253). Elsevier Inc.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802005-0.00016-1>

Moghimpour, E., Aghel, N., y Adelpour, A. (2012). Formulation and characterization of oral mucoadhesive chlorhexidine tablets using cordia myxa mucilage. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 7(4), 129–133.

<https://doi.org/10.5812/jjnpp.3388>

Mogoşanu, G. D., y Grumezescu, A. M. (2014). Natural and synthetic polymers for wounds and burns dressing. *International Journal of Pharmaceutics*, 463, 127–136.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.12.015>

Mondai, S. (2017). *Pharmaceutical Inorganic Chemistry (BP104T): Astringents*.

http://courseware.cutm.ac.in/wp-content/uploads/2020/06/UNIT-IV_Astringents.pdf

Montenegro, M., Boiero, M., Valle, L., y Borsarelli, C. (2012). Gum Arabic: More Than an Edible Emulsifier. *Products and Applications of Biopolymers*.

<https://doi.org/10.5772/33783>

Morishima, A. y Inagawa, H. (2018). Improvement in protracted wound healing by topical cream containing lipopolysaccharide derived from pantoea agglomerans.

Anticancer Research, 38(7), 4375–4379. <https://doi.org/10.21873/anticanres.12739>

Mudgil, D., Barak, S., y Khatkar, B. S. (2014). Guar gum: Processing, properties and food applications - A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 409–418. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>

Mukherjee, B., Dinda, S. C., y Barik, B. B. (2008). Gum cordia: A novel matrix forming material for enteric resistant and sustained drug delivery - A technical note. *AAPS PharmSciTech*, 9(1), 330–333. <https://doi.org/10.1208/s12249-008-9051-y>

Murad, A. M. H., y Karbon, M. H. (2020). Phytochemical screening and in vivo

hepatoprotective activity of the cordia myxa L fruit extracts against paracetamol-induced hepatotoxicity in rats. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(11), 1783–

1794. <https://doi.org/10.31838/srp.2020.11.249>

- Murgueitio, E., Debut, A., Landivar, J., y Cumbal, L. (2016). Synthesis of iron nanoparticles through extracts of native fruits of Ecuador, as capuli (*Prunus serotina*) and mortiño (*Vaccinium floribundum*). *Biology and Medicine*, 8. <https://doi.org/10.4172/0974-8369.1000282>
- Musa, H. H., Ahmed, A. A., y Musa, T. H. (2019). Chemistry, Biological, and Pharmacological Properties of Gum Arabic. En *Bioactive molecules in food* (pp. 797–814). https://doi.org/10.1007/978-3-319-78030-6_11
- Nakamura, N., Kojima, S., Lim, Y. A., Meselhy, M. R., Hattori, M., Gupta, M. P., y Correa, M. (1997). Dammarane-type triterpenes from *Cordia spinescens*. *Phytochemistry*, 46(6), 1139–1141. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(97\)00407-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)00407-X)
- Nandedkar, P., y Mulani, R. (2015). Antioxidant Activity of Methanolic Extract of *Cordia dichotoma* Collected from Different Geographical Region. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(2), 2294–2300. <https://www.ijsr.net/archive/v4i2/SUB151769.pdf>
- Nedra, D. y Kaushalya, G. ; (2017). Introductory Chapter: Introduction to Food Additives. En *Food Additives*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70329>
- Nigam, S. S., y Verma, Y. S. (1977). *Structure of cordia rothii Roem and Schult mucilage part II: methylation and periodate oxidations studies*.
- Nixon, S. A., Welz, C., Woods, D. J., Costa-Junior, L., Zamanian, M., y Martin, R. J. (2020). Where are all the anthelmintics? Challenges and opportunities on the path to new anthelmintics. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 14, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.07.001>
- Odeku, O., y Fell, J. (2004). In-vitro evaluation of khaya and albizia gums as compression coatings for drug targeting to the colon. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 57(2), 163–168. <https://doi.org/10.1211/0022357055362>

- Odeku, O., y Itiola, O. (2002). Characterization of khaya gum as a binder in a paracetamol tablet formulation. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 28(3), 329–337. <https://doi.org/10.1081/DDC-120002848>
- Okusa, P., Rasamiravaka, T., Vandeputte, O., Stvigny, C., Jaziri, M., y Duez, P. (2014). Extracts of *Cordia gillettii* De Wild (Boraginaceae) Quench the Quorum Sensing of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 3(4), 138. <https://doi.org/10.5455/jice.20140710031312>
- Olivera Risco, L. B. (2018). *Efecto del extracto hidroalcohólico de las flores de overo Cordia lutea en la toxicidad hepática inducida por paracetamol en ratas holtzman macho* [Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/2035>
- Onan, C. (2018). *Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en flor de Cordia lutea Lam (flor de overo)* [Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/7800>
- Ortega, J., Barboza, A., Peña, N., y Ávila, D. (2007). Estudio fitoquímico preliminar y evaluación antimicrobiana del extracto neutro de las hojas de *Cordia cylindrostachya* (Boraginaceae). *Ciencia*, 15(2), 10–15.
- Owis, A. I., Abo-Youssef, A. M., y Osman, A. H. (2017). Leaves of *Cordia boissieri* A. DC. As a potential source of bioactive secondary metabolites for protection against metabolic syndrome-induced in rats. *Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*, 72(3–4), 107–118. <https://doi.org/10.1515/znc-2016-0073>
- Oza, M. J. y Kulkarni, Y. A. (2017). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of the medicinal species of the genus *Cordia* (Boraginaceae). *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 69(7), 755–789. <https://doi.org/10.1111/jphp.12715>
- Pagare, S., Bhatia, M., Tripathi, N., Pagare, S., y Bansal, Y. K. (2015). Secondary metabolites of plants and their role: Overview. *Current Trends in Biotechnology and*

Pharmacy, 9(3), 293–304.

https://www.researchgate.net/publication/283132113_Secondary_metabolites_of_plants_and_their_role_Overview

Pardo, L., Arias, J., y Molleda, P. (2021). Elaboración de nanopartículas de plata sintetizadas a partir de extracto de hojas de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y su uso como conservante. *La Granja*. <http://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.04>

Pascoe, S. (2019). *FORMULACIÓN DE UNA PELÍCULA PLÁSTICA NATURAL UTILIZANDO NOPAL VERDURA spp* Sandra Pascoe Ortiz Carolina Martínez Martínez Jesús Manuel Varela Echavarría. February.

Paus, R., Prudic, A., y Ji, Y. (2015). Influence of excipients on solubility and dissolution of pharmaceuticals. *International Journal of Pharmaceutics*, 485, 277–287. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2015.03.004>

Pawar, H. A., Gavasane, A. J., y Choudhary, P. D. (2018). Extraction of polysaccharide from fruits of *Cordia dichotoma* G. Forst using acid precipitation method and its physicochemical characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115(2017), 871–875. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.146>

Pawar, H. A., y Jadhav, P. (2015). Isolation, characterization and investigation of *Cordia dichotoma* fruit polysaccharide as a herbal excipient. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72, 1228–1236. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.10.048>

Pawar, H., Surekha, J., Pravin, J., y Geevarghese, R. (2014). Development and Evaluation of Mucoadhesive Patch Using a Natural Polysaccharide Isolated from *Cordia dichotoma* Fruit. *Journal of Molecular Pharmaceutics y Organic Process Research*, 02(03). <https://doi.org/10.4172/2329-9053.1000120>

Pereira, D. M., Valentão, P., Pereira, J. A., y Andrade, P. B. (2009). Phenolics: From

- chemistry to biology. *Molecules*, *14*(6), 2202–2211.
<https://doi.org/10.3390/molecules14062202>
- Perini, J. A., Angeli-Gamba, T., Alessandra-Perini, J., Ferreira, L. C., Nasciutti, L. E., y Machado, D. E. (2015). Topical application of Acheflan on rat skin injury accelerates wound healing: a histopathological, immunohistochemical and biochemical study. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *15*(1), 203.
<https://doi.org/10.1186/s12906-015-0745-x>
- Perveen, S. y Al-Taweel, A. M. (2017). Phenolic Compounds from the Natural Sources and Their Cytotoxicity. *Phenolic Compounds - Natural Sources, Importance and Applications*. <https://doi.org/10.5772/66898>
- Petrovska, B. B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews*, *6*(11), 1–5. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.95849>
- Pichersky, E., y Gang, D. R. (2000). Genetics and biochemistry of secondary metabolites in plants: An evolutionary perspective. *Trends in Plant Science*, *5*(10), 439–445. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(00\)01741-6](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(00)01741-6)
- Pifferi, G. y Restani, P. (2003). The safety of pharmaceutical excipients. *IL Farmaco*, *58*(8), 541–550. [https://doi.org/10.1016/S0014-827X\(03\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0014-827X(03)00079-X)
- Pilaquinga F., M., Pazmiño V, K., Robalino T., A., Jara N., E., López F., F., Meneses O., L., Vizúete A., K., y Debut M., A. (2019). Síntesis verde de nanopartículas de plata usando el extracto acuoso de las hojas de ajo (*Allium sativum*). *infoANALÍTICA*, *7*(2), 41–55. <https://doi.org/10.26807/ia.v7i2.102>
- Pilaquinga, F., Morejón, B., Ganchala, D., Morey, J., Piña, N., Debut, A., y Neira, M. (2019). Green synthesis of silver nanoparticles using *Solanum mammosum* L. (Solanaceae) fruit extract and their larvicidal activity against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *PLOS ONE*, *14*(10).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224109>

- Pimentel, S. P., Barrella, G. E., Casarin, R. C. V., Cirano, F. R., Casati, M. Z., Foglio, M. A., Figueira, G. M., y Ribeiro, F. V. (2012). Protective effect of topical *Cordia verbenacea* in a rat periodontitis model: Immune-inflammatory, antibacterial and morphometric assays. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12.
<https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-224>
- Prado, N. S., Silva, I. S. V. da, Silva, T. A. L., Oliveira, W. J. de, Motta, L. A. de C., Pasquini, D., y Otaguro, H. (2018). Nanocomposite Films Based on Flaxseed Gum and Cellulose Nanocrystals. *Materials Research*, 21(6).
<https://doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2018-0134>
- Prajapati, S., Kar, M., Maurya, S. D., Pandey, R., y Dhakar, R. C. (2017). Exploring Phytochemicals and Pharmacological Uses of *Cordia Dichotoma* (Indian Cherry): a Review. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 7(6), 125–131.
<https://doi.org/10.22270/jddt.v7i6.1438>
- Prajapati, V., Jani, G. K., Moradiya, N. G., y Randeria, N. P. (2013). Pharmaceutical applications of various natural gums, mucilages and their modified forms. *Carbohydrate Polymers*, 92(2013), 1685–1699.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.11.021>
- Prakash, K., Satyanarayana, V. M., Nagiat, H. T., Fathi, A. H., Shanta, A. K., y Prameela, A. R. (2014). Formulation development and evaluation of novel oral jellies of carbamazepine using pectin, guar gum, and gellan gum. *Asian Journal of Pharmaceutics*, 8(4), 241–249. <https://doi.org/10.4103/0973-8398.143937>
- Quinde, W. (2020). *Desarrollo de aplicaciones culinarias a partir de la fruta de Muyuyo (Cordia lutea Lam) para su aprovechamiento en el cantón Paján, Manabí*.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49626/1/BINGQ-GS-20P09.pdf>
- Radha, Kumar, M., Puri, S., Pundir, A., Bangar, S. P., Changan, S., Choudhary, P., Parameswari, E., Alhariri, A., Samota, M. K., Damale, R. D., Singh, S., Berwal, M.

- K., Dhupal, S., Bhoite, A. G., Senapathy, M., Sharma, A., Bhushan, B., y Mekhemar, M. (2021). Evaluation of nutritional, phytochemical, and mineral composition of selected medicinal plants for therapeutic uses from cold desert of western himalaya. *Plants*, 10(1429). <https://doi.org/10.3390/plants10071429>
- Ragasa, C. Y., Ebajo, V., De Los Reyes, M. M., Mandia, E. H., Tan, M. C. S., Brkljaca, R., y Urban, S. (2015). Chemical constituents of *Cordia dichotoma* G. Forst. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(Suppl 2), 16–21. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.58.S3>
- Rahman, H., Chungath, T., Selvakumaraswamy, K., y Chandrasekar, R. (2016). Aloe vera Mucilage as Solubility Enhancer in Tablet Formulation. *Journal of Nutrition y Food Sciences*, 06(05). <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000548>
- Ranjbar, M., Varzi, H., Sabbagh, A., Bolooki, A., y Sazmand, A. (2013). Study on analgesic and anti-inflammatory properties of *Cordia myxa* fruit Hydro-alcoholic extract. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(24), 2066–2069. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2013.2066.2069>
- Rasal, R. M., Janorkar, A. V., y Hirt, D. E. (2010). Poly(lactic acid) modifications. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 35, 338–356. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.12.003>
- Ravindrakullai, M., y Manjunath, K. (2013). Evaluation of pectin derived from orange peel as a pharmaceutical excipient. *International Journal of Drug Development and Research*, 5(2), 283–294.
- Ribeiro, F. V., Barrella, G. E., Casarin, R. C. V., Cirano, F. R., Foglio, M. A., y Pimentel, S. P. (2012). Effect of crude extract and essential oil of *Cordia verbenacea* in experimental periodontitis in rats. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 11(1), 42–46. <https://doi.org/10.20396/bjos.v11i1.8641547>
- Rischer, H., Hakkinen, S., Ritala, A., Seppanen-Laakso, T., Miralpeix, B., Capell, T.,

- Christou, P., y Oksman-Caldentey, K.-M. (2013). Plant Cells as Pharmaceutical Factories. *Current Pharmaceutical Design*, 19(31), 5640–5660.
<https://doi.org/10.2174/1381612811319310017>
- Rodrigues, F. F. G., Oliveira, L. G. S., Rodrigues, F. F. G., Saraiva, M. E., Almeida, S. C. X., Cabral, M. E. S., Campos, A. R., y Costa, J. G. M. (2012). Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of essential oil from *Cordia verbenacea* DC leaves. *Pharmacognosy Research*, 4(3), 161–165.
<https://doi.org/10.4103/0974-8490.99080>
- Rojas-Armas, J. P., Arroyo-Acevedo, J. L., Ortiz-Sánchez, J. M., Palomino-Pacheco, M., Herrera-Calderón, O., Calva, J., Rojas-Armas, A., Justil-Guerrero, H. J., Castro-Luna, A., y Hilario-Vargas, J. (2020). *Cordia lutea* L. Flowers: A Promising Medicinal Plant as Chemopreventive in Induced Prostate Carcinogenesis in Rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, 1–8.
<https://doi.org/10.1155/2020/5062942>
- Romero, T., Cuervo-Parra, J., Robles-Olvera, V., Rangel, E., y López, P. A. (2018). Experimental and Kinetic Production of Ethanol Using Mucilage Juice Residues from Cocoa Processing. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 16(11), 1–16. <https://doi.org/10.1515/ijcre-2017-0262>
- Rowe, J. W. (1964). *Eudesmol isomers from cordia trichotoma wood*. 3(1956), 27–32. Royal Botanic Gardens. (2017). State of the world's plants 2017. En *State of the world's plants 2017*. https://stateoftheworldsplants.org/2017/report/SOTWP_2017.pdf
- Ruiz-Reyes, S., Villarreal-La, T. V. E., Silva-Correa, C. R., Antonio, S. G. W., Cruzado-Razco, J. L., Gamarra-Sánchez, C. D., Edmundo, V. C. A., Miranda-Leyva, M., Ernesto, V. C. J., y Cuellar-Cuellar, A. (2021). Hepatoprotective activity of *Cordia lutea* lam flower extracts against paracetamol-induced hepatotoxicity in Rats. *Pharmacognosy Journal*, 13(2), 309–316.

<https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.40>

- Saidu, F. K., Mathew, A., Parveen, A., Valiyathra, V., y Thomas, G. V. (2019). Novel green synthesis of silver nanoparticles using clammy cherry (*Cordia obliqua* Willd) fruit extract and investigation on its catalytic and antimicrobial properties. *SN Applied Sciences*, 1(11), 1368. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1302-x>
- Saki, J., Khademvatan, S., Pazyar, N., Eskandari, A., Tamoradi, A., y Nazari, P. (2015). In vitro activity of *Cordia myxa* mucilage extract against *Leishmania major* and *L. Infantum* promastigotes. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 8(3), 20–22. <https://doi.org/10.5812/jjm.19640>
- Salazar, C. (2018). *Fundamentos Básicos De Estadística*.
- Salimimoghadam, S., Ashrafi, A., Kianidehkordi, F., y Najafzadehvarzi, H. (2019). Hypoglycemic, Antitussive and Analgesic Effects of Nanoparticles of *Cordia myxa* Fruits Extract. *International Journal of Pharmaceutical Investigation*, 9(4), 205–209. <https://doi.org/10.5530/ijpi.2019.4.38>
- Samavati, V., y Skandari, F. (2014). Recovery, chemical and rheological characterization of gum from Assyrian pulm. *International Journal of Biological Macromolecules*, 67, 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.03.017>
- Sapkota, A. (2020). *Types of chromatography*. <https://microbenotes.com/types-of-chromatography/>
- Sason, R., y Sharma, A. (2015). The Phytochemical And Pharmacological Properties Of *Cordia Dichtoma*: A Review. *Ayushdhara*, 2(3).
- Saxena, M., Nema, R., Singh, S., y Gupta, A. (2013). Phytochemistry of medicinal plants. *Medicinal Plants of Central Asia: Uzbekistan and Kyrgyzstan*, 1(6), 168–182. <https://www.phytojournal.com/vol1Issue6/26.html>
- Semple, H. A., Sloley, B. D., Cabanillas, J., Chiu, A., Aung, S. K. H., y Green, F. H. Y. (2016). Toxicology of a Peruvian botanical remedy to support healthy liver function.

Journal of Complementary and Integrative Medicine, 13(2), 163–173.

<https://doi.org/10.1515/jcim-2015-0054>

Sertie, J. A. A., Basile, A. C., Panizza, S., Matida, A. K., y Zelnik, R. (1990). Anti-inflammatory activity and sub-acute toxicity of artemetin 1. *Planta Medica*, 56(1), 36–40. <https://doi.org/10.1055/s-2006-960879>

Shahapurkar, A., y Jayanthi. (2011). Drug Neomycin Release From Cordia Dichotoma Transdermal Film and Antiinflammatory Activity. *International Research Journal of Pharmacy*, 2(9), 107–109.

https://journaldatabase.info/articles/drug_neomycin_release_from_cordia.html

Sharma, R. A., Singh, B., Singh, D., y Chandrawat, P. (2009). Ethnomedicinal, pharmacological properties and chemistry of some medicinal plants of Boraginaceae in India. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(13), 1153–1175.

[https://academicjournals.org/article/article1380528747_Sharma et al.pdf](https://academicjournals.org/article/article1380528747_Sharma%20et%20al.pdf)

Siddiqui, B. S., Perwaiz, S., y Begum, S. (2006). Two new abietane diterpenes from Cordia latifolia. *Tetrahedron*, 62(43), 10087–10090.

<https://doi.org/10.1016/j.tet.2006.08.043>

Simpson, M. y Janna, W. S. (2008). Newtonian and non-Newtonian fluids: Velocity profiles, viscosity data, and laminar flow friction factor equations for flow in a circular duct. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings*, 173–180. <https://doi.org/10.1115/IMECE2008-67611>

Singh, A., Gupta, N., y Gupta, A. (2021). Review on Herbal excipients. *International Journal of Indigenous Herbs and Drugs*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.46956/ijihd.vi.111>

Singh, R., y Barreca, D. (2020). Analysis of gums and mucilages. *Recent Advances in Natural Products Analysis*, 663–676. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816455-6.00021-4>

- Somarriba, E., Galloway, G., Vázquez, W., y Kass, D. (1998). Crecimiento del laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas agroforestales de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá. *Agroforestería en las Américas*, 5(17–18).
https://www.researchgate.net/publication/323966858_Crecimiento_del_laurel_Cordia_alliodora_en_sistemas_agroforestales_de_Talamanca_Costa_Rica_y_Changuinola_Panama
- Soni, P., y Bodakhe, S. H. (2014). Antivenom potential of ethanolic extract of *Cordia macleodii* bark against *Naja* venom. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(Suppl 1), S449–S454. <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.2014C1048>
- Srivastava, P., Singh, M., Devi, G., y Chaturvedi, R. (2013). Herbal Medicine and Biotechnology for the Benefit of Human Health. En *Animal Biotechnology: Models in Discovery and Translation*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416002-6.00030-4>
- Stapf, M. N. . (2020). *Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB16522>
- Swain, M. G., Wallace, J. L., Tyrrell, D. L., Cabanillas, J., Aung, S. K. H., Liu, H., Finnie-Carvalho, L., Shrestha, G., Semple, H. A., y Green, F. H. Y. (2019). Efficacy of a Peruvian Botanical Remedy (Sabell A4+) for Treating Liver Disease and Protecting Gastric Mucosal Integrity. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/5486728>
- Taghavizadeh Yazdi, M. E., Nazarnezhad, S., Mousavi, S. H., Sadegh Amiri, M., Darroudi, M., Bains, F., y Kargozar, S. (2021). Gum Tragacanth (GT): A Versatile Biocompatible Material beyond Borders. *Molecules*, 26.
<https://doi.org/10.3390/molecules26061510>
- Tahir, M. F., Bukhari, S. A., Anjum, F., Qasim, M., Anwar, H., y Naqvi, S. A. R. (2019). Purification and modification of *Cordia myxa* gum to enhance its nutraceutical

- attribute as binding agent. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 32(5), 2245–2250.
- Tekade, B. W. y Chaudhar, Y. (2013). Gums and Mucilages : Excipients for modified Drug Delivery System. *Journal of Advanced Pharmacy Education y Research*, 3(4), 359–367.
- Tewelde-Berhan, S., Remberg, S. F., Abegaz, K., Narvhus, J., Abay, F., y Wicklund, T. (2015). Impact of drying methods on the nutrient profile of fruits of *Cordia africana* Lam. in Tigray, northern Ethiopia. *Fruits*, 70(2), 77–90.
<https://doi.org/10.1051/fruits/2014048>
- Tharun, G., Sivakrishnan, S., y Sharma, J. V. C. (2020). Toxicity assessment, evaluation of antioxidant and hepatoprotective activity on cordia obliqua fruit extracts. *Pharmacognosy Journal*, 12(5), 1005–1011. <https://doi.org/10.5530/PJ.2020.12.142>
- Thessrimuang, N. y Prachayawarakorn, J. (2019). Development, modification and characterization of new biodegradable film from basil seed (*Ocimum basilicum* L.) mucilage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(12), 5508–5515.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.9812>
- Thombare, N., Jha, U., Mishra, S., y Siddiqui, M. Z. (2016). Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 88(2016), 361–372.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.04.001>
- Ticli, F. K., Hage, L. I. S., Cambraia, R. S., Pereira, P. S., Magro, Â. J., Fontes, M. R. M., Stábéli, R. G., Giglio, J. R., França, S. C., Soares, A. M., y Sampaio, S. V. (2005). Rosmarinic acid, a new snake venom phospholipase A2 inhibitor from *Cordia verbenacea* (Boraginaceae): Antiserum action potentiation and molecular interaction. *Toxicon*, 46(3), 318–327. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2005.04.023>
- Toliba, A. (2018). Quality Characteristics of Compound Chocolate Enriched with Dried

- Indian Cherry Fruit Pulp. *Journal of Food Sciences*, 5(1), 91–97.
<https://doi.org/10.21608/scuj.2018.59347>
- Torres, J. (2015). GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Cordia alliodora* (R. y P.) Oken (laurel blanco) EN SUSTRATOS CONVENCIONALES Y BAJO CONDICIONES IN VITRO. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*, 93.
- Tosif, M. M., Najda, A., Bains, A., Kaushik, R., Dhull, S. B., Chawla, P., y Walasek-Janusz, M. (2021). A comprehensive review on plant-derived mucilage: Characterization, functional properties, applications, and its utilization for nanocarrier fabrication. *Polymers*, 13. <https://doi.org/10.3390/polym13071066>
- Tripathy, S., y Das, M. K. (2013). Guar Gum: Present Status and Applications. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation*, 2(4), 24–28. <https://doi.org/10.7897/2277-4572.02447>
- Troncoso, O. P., Zamora, B., y Torres, F. G. (2017). Thermal and rheological properties of the mucilage from the fruit of *Cordia lutea*. *Polymers from Renewable Resources*, 8(3), 79–90. <https://doi.org/10.1177/204124791700800301>
- Vacas Cruz, O., Lee, J., Lee, C., Villota, S., Navarrete, H., y Narváez, A. (2015). *Bioconocimiento de la flora ecuatoriana* (1st. Ed.). Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology.
<https://catalogo.edipuce.edu.ec/bioconocimiento-de-la-flora-ecuatoriana-t1ard.html>
- Vacek, J., y Klejdus, B. (2010). Chromatography in the research of phenolic secondary metabolites. En *Chromatography: Types, Techniques and Methods* (pp. 323–346). https://www.researchgate.net/publication/279578780_Chromatography_in_the_research_of_phenolic_secondary_metabolites
- Van der Merwe, J., Steenekamp, J., Steyn, D., y Hamman, J. (2020). The role of functional excipients in solid oral dosage forms to overcome poor drug dissolution

and bioavailability. *Pharmaceutics*, 12(5).

<https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12050393>

Vardanyan, R. y Hruby, V. (2016). Drugs for Treating Respiratory System Diseases. En *Synthesis of Best-Seller Drugs* (pp. 357–381). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-411492-0.00023-7>

Vásquez, E. (2015). *Análisis histológico del efecto regenerador de la infusión de overo (Cordia lutea) en el hígado grado de ratas consumiendo alcohol crónicamente* [Universidad Nacional Pedro Ruiza Gallo].

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/58>

Veletanga, J. (2017). *Floramed, la primera App sobre plantas medicinales del Ecuador*.

<https://www.edicionmedica.ec/secciones/salud-publica/floramed-la-primera-app-sobre-plantas-medicinales-del-ecuador-90174yprevio=79762671>

Venegas-Casanova, E., Alva, A. M. G., León, A. N. C., Juan, E., Llanos, M. O., y Corales, E. V. (2019). *Evaluación fitoquímica preliminar del extracto metanólico y etanólico de las flores de Cordia lutea Lam. (Boraginaceae) y su capacidad antioxidante*. 26(1), 359–368.

<https://doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26117>

Ventrella, M. C. y Marinho, C. R. (2008). Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. *Revista Brasileira de Botanica*, 31(3), 457–467. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042008000300010>

Vidyasagar, G., Jadhav, A., Bendale, A., y Narkhede, S. (2011). Isolation of *Cordia* mucilage and its comparative evaluation as a binding agent with standard binder. *Der Pharmacia Sinica*, 2(1), 201–207.

https://www.researchgate.net/publication/215671739_Isolation_of_Cordia_mucilage_and_its_comparative_evaluation_as_a_binding_agent_with_standard_binder

Wadhwa, J., Nair, A., y Kumria, R. (2013). Potential of Plant Mucilages in

- Pharmaceuticals and Therapy. *Current Drug Delivery*, 10, 198–207.
<https://doi.org/10.2174/1567201811310020006>
- WFO. (2021a). *Cordia africana Lam.* World Flora Online.
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000620224>
- WFO. (2021b). *Cordia alliodora (Ruiz y Pav) Oken.* World Flora Online.
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000620227>
- WFO. (2021c). *Cordia curassavica (Jacq.) Roem y Schult.* *World Flora Online.*
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000620402>
- WFO. (2021d). *Cordia dichotoma G.Forst.* World Flora Online.
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000620417>
- WFO. (2021e). *Cordia lutea Lam.* World Flora Online.
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000620697>
- WFO. (2021f). *Cordia myxa L.* World Flora Online.
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000620765>
- WFO. (2021g). *Cordia nodosa Lam.* World Flora Online.
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000620784>.
- WFO. (2021h). *Cordia sinensis Lam.* World Flora Online.
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000620977>
- Whistler, R. L. (1982). Industrial gums from plants: Guar and chia. *Economic Botany*, 36(2), 195–202. <https://doi.org/10.1007/BF02858718>
- Williams, P. A. (2015). Gums: Properties and Uses. En *Encyclopedia of Food and Health* (1a ed.). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00364-0>
- WSSA. (2013). *Cordia curassavica*. <https://wssa.net/wp-content/uploads/Cordia-curassavica.pdf>
- Yadav, M., y Ahuja, M. (2010). Preparation and evaluation of nanoparticles of gum cordia, an anionic polysaccharide for ophthalmic delivery. *Carbohydrate Polymers*,

81(4), 871–877. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.03.065>

Yarlequé, A., Claro, M., Lazo, F., Millán, B., Mendoza, J., Vivas, D., y Ortiz, C. (2012).

Acción neutralizante de la toxicidad del veneno de Bothrops atrox por extracto de plantas amazónicas. 78(4), 234–241.

Yazdanshenas, H., Jafari, M., Azarnivand, H., y Arzani, H. (2014). Determination of the Tragacanth gum production potential of white Astragalus (Astragalus gossypinus) in western rangeland of Isfahan province. *Anthropogenic changes of environment and landscape in Arid and Semi-Arid regions.*

https://www.researchgate.net/publication/277438364_Determination_of_the_Tragacanth_gum_production_potential_of_white_Astragalus_Astragalus_gossypinus_in_western_rangeland_of_Isfahan_province

Yousif, M. E., Mohamed, B. E., y AE, E. (2017). Physicochemical Characterization of Gum of Some Guar (Cyamopsis tetragonoloba L. Taup) Lines. *Journal of Food Processing y Technology, 08(02), 8–11.* <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000656>

Zabochnicka-Swiatek, M., y Sławik, L. (2014). Bioethanol-Production and Utilization. *Archivum Combustionis, 30(3).*