

GOMAS DE ORIGEN VEGETAL. PRINCIPALES ESPECIES PRODUCTORAS Y USOS



Isabel Arnet Callealta
Facultad de Farmacia
Universidad de Sevilla



UNIVERSIDAD DE SEVILLA



FACULTAD DE FARMACIA



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

TRABAJO FIN DE GRADO

**GOMAS DE ORIGEN VEGETAL. PRINCIPALES ESPECIES
PRODUCTORAS Y USOS**

Revisión bibliográfica

Autora: Isabel Arnet Callealta

Tutor: Rafael González Albaladejo

Departamento de Biología Vegetal y Ecología

Titulación: Grado en Farmacia

Curso académico: 2022/2023

Facultad de Farmacia

Sevilla, julio 2023

RESUMEN

Introducción: Las gomas vegetales se han usado desde la antigüedad, como demuestra el hecho de que se nombren en la Biblia o se usaran en el antiguo Egipto para embalsamar cadáveres. Su uso está cada vez más extendido también en industria alimentaria, cosmética, textil, etc, como emulsionantes, espesantes, o gelificantes entre otras funciones. En la actualidad, se está potenciando su uso en la industria farmacéutica frente a otros excipientes artificiales, debido a su mayor seguridad, biocompatibilidad y biodegradabilidad, entre otros motivos.

Objetivo de la revisión: Esta revisión tiene como objetivo recopilar las especies productoras de gomas más utilizadas en la industria farmacéutica, además de realizar una descripción botánica de cada una de ellas. También se han buscado líneas de investigación abiertas con estas especies, y se han resumido los resultados más relevantes encontrados.

Material y métodos: Para la elaboración de la presente revisión se ha utilizado la base de datos *Web of Science* para la consulta de artículos; la página web *Plants of the World Online* (POWO) para la extracción de los nombres científicos de las especies actualizados; la página web *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) para la obtención de imágenes; y la aplicación Excel para las gráficas de elaboración propia.

Resultados y discusión: Las especies productoras de gomas más nombradas y por tanto las seleccionadas para esta revisión fueron *Senegalia senegal*, *Tara spinosa*, *Astragalus gummifer*, *Sterculia urens*, *Terminalia anogeissiana* y *Cyamopsis tetragonoloba*.

Conclusión: Las gomas vegetales se han usado en la medicina tradicional desde hace muchísimo tiempo, y en la actualidad su uso y los estudios acerca de ellas se encuentran en auge por la tendencia a utilizar excipientes naturales. Además, al investigarlas, se está descubriendo que muchas de ellas tienen poder terapéutico o coadyuvante a otro medicamento.

Palabras clave: Gomas vegetales, industria farmacéutica, especies productoras de gomas.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Objetivo de la revisión	4
3. Metodología	4
4. Resultados y discusión.....	5
4.1. <i>Senegalia Senegal</i> (L.) Britton.....	5
4.2. <i>Tara spinosa</i> (Molina) Britton & Rose.....	10
4.3. <i>Astragalus gummifer</i> Labill.	13
4.4. <i>Sterculia urens</i> Roxb.	17
4.5. <i>Terminalia anogeissiana</i> Gere & Boatwr.	20
4.6. <i>Cyamopsis tetragonoloba</i> (L.) Taub	24
5. Conclusión.....	27
6. Bibliografía.....	29

1. INTRODUCCIÓN

Las gomas vegetales son exudados procedentes de algunas familias de plantas. Se originan en diversas partes, ya sean troncos de árboles, semillas o tubérculos. Son polisacáridos complejos que se producen de forma natural, y tienen comportamiento de hidrocoloides (Nussinovitch, 2010). Al contacto con el aire, los exudados forman masas cristalinas una vez se han secado, que suelen ir de marrón oscuro a amarillo pálido, aunque algunas muestras de la goma tragacanto son casi blancas (Smith y Montgomery, 1959).

Se han usado, junto con los mucílagos, desde tiempos ancestrales, ya que se hace referencia a ellos en la Biblia, e incluso se usaban gomas en lugar de pegamento para embalsamar los cadáveres en Egipto (450 a.C.) (Smith y Montgomery, 1959; Nussinovitch, 2010). Han tenido valor comercial por varios miles de años, sobre todo en África, Asia, Australia, China e India. Posteriormente fueron exportados a Europa donde su uso en la industria no ha parado de crecer (Smith y Montgomery, 1959).

No hay consenso acerca del origen de las gomas. Algunos suscriben la teoría de que son un producto del metabolismo normal de las plantas, y otros sugieren que se deben a una respuesta al estrés (Smith y Montgomery, 1959; Nussinovitch, 2010). Sí que es cierto que hay más evidencias que apoyan la última teoría, ya que se ha observado que los árboles de *Acacia* (que son productores de goma arábica) que crecen en condiciones favorables, no producen goma o producen pocas cantidades; mientras que los que crecen en condiciones desfavorables como altura elevada, calor y falta de humedad sí que la producen (Smith y Montgomery, 1959).

Además, la gomosis (o producción de gomas) en plantas, se debe muchas veces, aparte de a su crecimiento en condiciones no favorables, a daños físicos, lo que apoya la teoría de que son productos formados debido a una situación de estrés de la planta (a modo de defensa) en lugar de ser productos de su metabolismo normal (Smith y Montgomery, 1959; Nussinovitch, 2010). Estos daños físicos pueden ser debidos a aves o insectos perforadores, cortes o retirada de la corteza, rayos, infección por microorganismos, etc. Las gomas se producen en mayores cantidades en árboles dañados, por lo que, por

ejemplo, en árboles de *Acacia*, se puede aumentar el rendimiento de la producción dañando o arrancando la corteza del árbol (Nussinovitch, 2010).

Es importante diferenciar las gomas vegetales de las resinas, puesto que en muchos casos se las engloba en el mismo grupo, ya que ambas son exudados vegetales, pero tienen propiedades diferentes, como por ejemplo su solubilidad. Las gomas vegetales son solubles en agua e insolubles en disolventes orgánicos que sí disuelven a las resinas, como benceno, cloroformo o éter (Nussinovitch, 2010).

En cuanto a los mucílagos, según Singh (2011), las gomas son productos patológicos de las plantas que se forman tras una lesión o como respuesta a condiciones desfavorables como la sequía, o la rotura de las paredes celulares (la gomosis es un proceso extracelular), mientras que los mucílagos son generalmente productos normales del metabolismo de las plantas formados dentro de la célula y/o producidos sin lesión en la planta. Además, las gomas se disuelven en agua mientras que los mucílagos forman masas viscosas.

Las diferentes propiedades de las múltiples gomas que existen vienen definidas por la diferencia estructural que hay entre ellas, y esta diferencia estructural se debe a los diferentes monosacáridos que componen estos hidrocoloides y su secuencia, y la conformación, configuración y posición de los enlaces glucosídicos. Se suele encontrar galactosa, arabinosa, ramnosa, ácidos urónicos (principalmente galacturónico), proteínas, calcio y magnesio como principales componentes de las gomas vegetales, y glucosa, xilosa, manosa y grasas como componentes minoritarios (Mirhosseini y Amid, 2011).

Estas gomas vegetales aumentan la viscosidad de la solución en la que se encuentran, incluso aunque estén a baja concentración. Son usadas por sus múltiples propiedades como fibra dietética, agentes gelificantes, espesantes, estabilizantes de emulsiones, o agentes de recubrimiento (en comprimidos y cápsulas) (Mirhosseini y Amid, 2011), entre otros usos. Por ello, se utilizan mucho en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica, además de en la fabricación de pinturas, barnices y adhesivos (Nussinovitch, 2010; Mirhosseini y Amid, 2011; Singh, 2011).

En la industria farmacéutica se prefiere trabajar con excipientes naturales como las gomas vegetales antes que con los sintéticos, ya que los primeros son biodegradables, biocompatibles, inertes, seguros, ecológicos y no tóxicos. Las gomas se pueden usar como excipientes en cantidades mínimas, o aumentar su concentración y aprovechar las propiedades previamente enumeradas para conseguir fármacos de liberación modificada, o para mejorar la solubilidad de fármacos poco solubles, entre otras cosas / (Smith y Montgomery, 1959; Bhosale et al., 2011).

Por sus propiedades emolientes, pueden usarse también como calmantes en membranas irritadas (ya sea en catarrros, faringitis, úlceras o inflamación intestinal). También se usan como laxantes orales y en supositorios, ya que por su capacidad de retener agua (son hidrocoloides), ayudan a la regulación del tránsito intestinal.

Sus propiedades viscosizantes y estabilizantes pueden ser utilizadas para conseguir la viscosidad adecuada en fármacos de administración intravenosa, y para estabilizar suspensiones (Singh, 2011).

Las gomas extraídas de plantas más usadas en los diferentes tipos de industria son la goma arábica, goma tragacanto, goma karaya, goma tara, goma ghatti y goma guar, entre otras (Nussinovitch, 2010) (Tabla 1).

Tabla 1. Principales especies de plantas productoras de gomas.

Especie productora	Familia	Goma
<i>Senegalia senegal</i>	Leguminosae	Goma arábica
<i>Tara spinosa</i>	Leguminosae	Goma tara
<i>Astragalus gummifer</i>	Leguminosae	Goma tragacanto
<i>Sterculia urens</i>	Malvaceae	Goma karaya
<i>Terminalia anogeissiana</i>	Combretaceae	Goma ghatti
<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>	Leguminosae	Goma guar

2. OBJETIVO DE LA REVISIÓN

Debido a que en la industria farmacéutica se intenta potenciar el uso de excipientes naturales frente a los artificiales por los motivos citados anteriormente, se está poniendo el foco en las gomas naturales que, aunque llevan usándose desde tiempos ancestrales, no se han empezado a estudiar a fondo hasta hace relativamente poco tiempo.

El objetivo de esta revisión es (1) hacer una revisión botánica de las principales especies productoras de gomas, y (2) realizar una revisión de estudios actuales con el objetivo de determinar los usos potenciales que pueden tener estas especies en un futuro cercano. También se intenta recalcar la importancia del uso de estas gomas vegetales en estas industrias frente a otro tipo de sustancias, basándonos en su seguridad.

3. METODOLOGÍA

La recopilación de las diferentes publicaciones científicas relacionadas con las plantas productoras de gomas vegetales se realizó en la base de datos Web Of Science (WOS), a la que se accedió a través de la página web de Recursos Científicos de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) y gracias al acceso concedido por la Universidad de Sevilla.

Teniendo en cuenta que los estudios acerca de gomas vegetales son bastante recientes, en la primera búsqueda no se realizó ninguna acotación por año ni tipo de publicación, aunque se han intentado recopilar los estudios a partir del año 2000 en su mayoría.

Primero nos centramos en los artículos y libros que definían lo que son las gomas vegetales, lo que las diferencia de otros exudados vegetales, y los usos que se les ha dado desde la antigüedad. Para esta búsqueda se usó como palabras clave “plant gum”.

Basándonos en los artículos seleccionados, se realizó una selección de las gomas vegetales más nombradas en ellos y, por tanto, las más usadas y estudiadas, así como sus especies productoras. Se comprobó el nombre científico de cada especie elegida en

la página web *Plants of The World On-Line* (POWO) para verificar que todos estuvieran actualizados, y a partir de esa lista se comenzó a hacer otra búsqueda en *Web Of Science*, esta vez específica para cada especie elegida y para la goma producida.

Además, se usaron diferentes libros para la descripción botánica de las especies, siendo estos “Flora of China”, “Flora of Southern Africa”, “The forest flora of north-west and central India” y “Flora of Presidency of Madras”.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. *Senegalia senegal* (L.) Britton in N.L.Britton & P.Wilson, *Sci. Surv. Porto Rico & Virgin Islands* 6: 538 (1930)

Sinónimos:

Acacia senegal (L.) Willd. in *Sp. Pl.* ed. 4. 4: 1077 (1806)

Mimosa senegal L. in *Sp. Pl.*: 521 (1753)

Es un arbusto o árbol que puede llegar hasta los 8 metros de altura. Su corteza va desde un tono amarillento, pasando por marrón grisáceo hasta negro con tonalidad morada. Puede ser áspera y con aspecto de corcho descascarillado, o lisa de manera que se despega en tiras largas. Esta corteza más lisa es la que se encuentra presente en árboles jóvenes, y a medida que va pasando el tiempo, se convierte en una corteza más gruesa.

Sus estípulas son lineales, compuestas y caducas, y pueden llegar a medir hasta 5 mm. Poseen púas por debajo de estas estípulas, que miden hasta 9 mm y normalmente se encuentran en grupos de tres: la del centro posicionada hacia abajo y las laterales un poco curvadas hacia arriba, aunque también puede encontrarse una sola púa, siendo inexistentes las laterales. Respecto a las hojas, son bipinnadas (entre 3 y 8 pares de pinnas). La hoja completa mide entre 3,5-8 cm. El raquis puede medir entre 0,7 y 6,9 cm. A lo largo de éste también podemos encontrar púas. Luego, cada pinna tiene su raquis que mide entre 0,5 y 2,5 cm, y puede poseer entre 7 y 25 pares de folíolos, de 1-7 x 0,5-

1,75 mm. Estos foliolos son elípticos u oblongos. El peciolo puede medir entre 2 mm y 2 cm y tiene un diámetro que varía entre 0,5 y 0,75 mm.

Las flores son blancas o amarillentas, sésiles o sentadas (se apoyan directamente en el tallo) y se encuentran agrupadas en espigas de 1,5-10 cm (Fig. 1). El cáliz a veces presenta un tono rosado, es glabro y tubular, midiendo entre 0,9-2,6 mm.

Los frutos se agrupan en vainas, que van desde una tonalidad amarillenta, hasta marrón, pasando por un marrón grisáceo. Miden 1,8-9,5 x 1,2-3,4 cm, siendo siempre más largas que anchas. Son rectas, y dehiscentes longitudinalmente, lo que quiere decir que una vez que han madurado, se van a abrir de forma natural.

Las semillas van de un color oliváceo a marrón, con un diámetro de 8-12 mm y de forma lenticular. Poseen una areola central de unos 2,5-6 x 2,5-5 mm en forma de herradura.

Según autores se podrían diferenciar hasta cuatro variedades de *Senegalia senegal*. La diferencia se encuentra en la presencia o ausencia de vellosoidad en el eje de la espiga de flores, el color de este eje, la forma de las vainas, el número de pares pinnados, si el tronco se encuentra ramificado desde la base o no, y la forma de la copa del árbol o arbusto, así como su distribución geográfica (Ross, 1975).

En la figura 2 podemos ver la goma arábiga, que es la goma producida por esta especie, tanto en piezas cristalizadas como en polvo.

La distribución natural de esta especie ocurre en el centro de África, península Arábig, India y Pakistán, aunque actualmente se encuentra naturalizada en otras partes del globo (Fig.3).



Figura 3. Distribución natural (en verde) y naturalizada (morado) de *Senegalia senegal*. Imagen de Plants of the World Online (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:518304-1>)

La germinación de las semillas es bastante lenta, y las plantas jóvenes se ven sometidas frecuentemente a una fuerte competencia interespecífica que impide su rápido desarrollo. Aquellas que consiguen salir adelante, comienzan a producir goma a los 3-4 años de edad. El mejor rendimiento en África Occidental viene de árboles con entre 12 y 15 años, y hasta 20 cm de diámetro. En Sudán, sin embargo, el mejor rendimiento se produce entre los 6 y los 18 años, ya que a los 4 se comienza a realizar el “tapping” para potenciar la producción de goma. Suelen morir a los 25-30 años de su plantación, debido a termitas e insectos perforadores (Plants of the World Online).

Esta especie sigue despertando un gran interés en la comunidad científica, como lo demuestra el hecho que desde el año 2000 se han publicado 186 artículos científicos con esta especie en su título (Fig.4) (más de 500 artículos si se incluye el abstract), donde además se observa una tendencia positiva con el paso del tiempo.

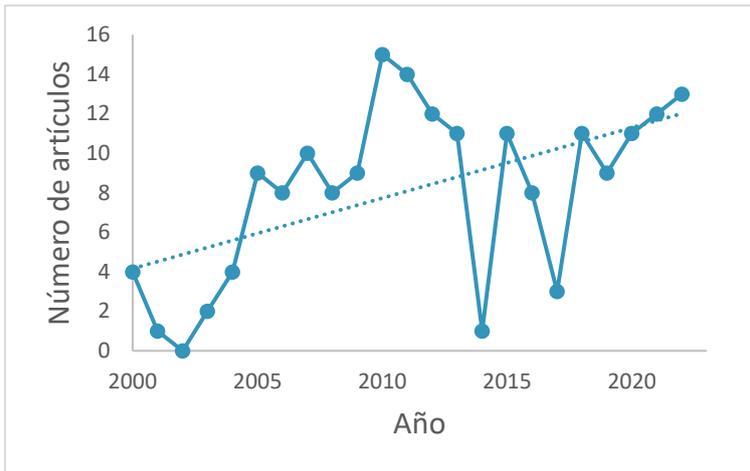


Figura 4. Número de artículos con respecto al tiempo con el nombre de *Senegalia senegal* en su título. La línea de puntos indica la regresión lineal.

Uno de los campos en los que se está trabajando con la goma arábiga es la nefropatía diabética. Hay un estudio que demuestra que la ingesta de goma arábiga al 10% en agua disminuye la presión arterial y la proteinuria en ratones diabéticos, lo que significa que podría ser beneficioso (Nasir et al., 2012). En la misma línea, hay otro estudio que demuestra que la ingesta de esta goma reduce el TGF-beta1 (factor de crecimiento transformante beta 1), la angiotensina II y la endotelina I, que son responsables de la acumulación de tejido extracelular en los riñones en esta patología. Además, también reduce los niveles de HbA1c (hemoglobina glicosilada) (Mohammed et al., 2022).

Por otra parte, también se ha observado que el pretratamiento con goma arábiga en ratas posteriormente tratadas con paracetamol reducía los niveles de urea y creatinina en sangre, ya que potencia la excreción urinaria de esta última, además de disminuir los niveles de MDA (malondialdehído) y KIM-1 (Kidney Injury Molecule-1), un marcador de daño renal. También se ven reducidos los niveles de marcadores inflamatorios CRP, COX-II, IL-6 e IL-17. Por tanto, el uso de esta goma también podría resultar protector para el daño renal producido por el paracetamol (Osma et al., 2022).

4.2. *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose in N.L.Britton & al. (eds.), N. Amer. Fl. 23:320 (1930)

Sinónimos:

Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze in Revis. Gen. Pl. 3(2): 54 (1898)

Poinciana spinosa Molina in Sag. Stor. Nat. Chili: 158 (1782)

Es un árbol o arbusto robusto de hasta 5 metros de altura, de corteza grisácea y un poco espinosa (con espinas de hasta 5 mm). Las ramas están densamente cubiertas de hojas, y también poseen pequeños racimos de flores amarillas con alguna tonalidad rojiza.

Respecto a las hojas, éstas son lisas y pinnadas (Fig. 5). Sumando el peciolo y el raquis, tienen una longitud de unos 10 cm. Este raquis, a su vez, posee entre 1 y 4 pares de pinnas, y a veces tienen alguna espina corta en las uniones de éstas. Cada pinna posee entre 4 y 7 pares de foliolos, y también podemos encontrar espinas en estas uniones. Estos foliolos son glabros, de entre 1,5-4,5 cm de largo y 0,6-2 cm de ancho, de forma elíptica u oblonga.

Las flores, como hemos dicho antes, son amarillas con algunas zonas de tonalidad rojiza, y se distribuyen de forma muy densa en racimos de 10-20 cm de largo. Tienen un pedicelo pubescente que mide 5-12 mm y se encuentra articulado por debajo del cáliz, que tiene forma tubular. Los sépalos miden entre 4 y 6 mm, y los pétalos el doble, pudiendo medir hasta 1 cm.

Las semillas, de color marrón y de un tamaño 8-10 x 6-7 mm, se encuentran en vainas oblongas y gruesas. Estas vainas pueden medir entre 5 y 9,5 cm de largo, y entre 1,5 y 2,5 cm de ancho (Fig. 5). Su color es rosado-marrón o carmín, y son indehiscentes (Codd et al., 1963).



Figura 5. Pliego de *Tara spinosa*. Imagen obtenida de GBIF (Global Biodiversity Information Facility (https://www.gbif.org/es/occurrence/gallery?taxon_key=5354727))

La figura 6 es una imagen de las distintas fases por las que se obtiene la goma tara, desde las vainas hasta el polvo.



Figura 6. Goma tara. Imagen obtenida de <https://www.silvateam.com/es/productos-y-servicios/aditivos-alimentarios/goma-de-tara/proceso-productivo-de-la-goma-de-tara.html>

Esta especie es nativa de Sudamérica, pero es ampliamente cultivada en otros países (Fig. 7).

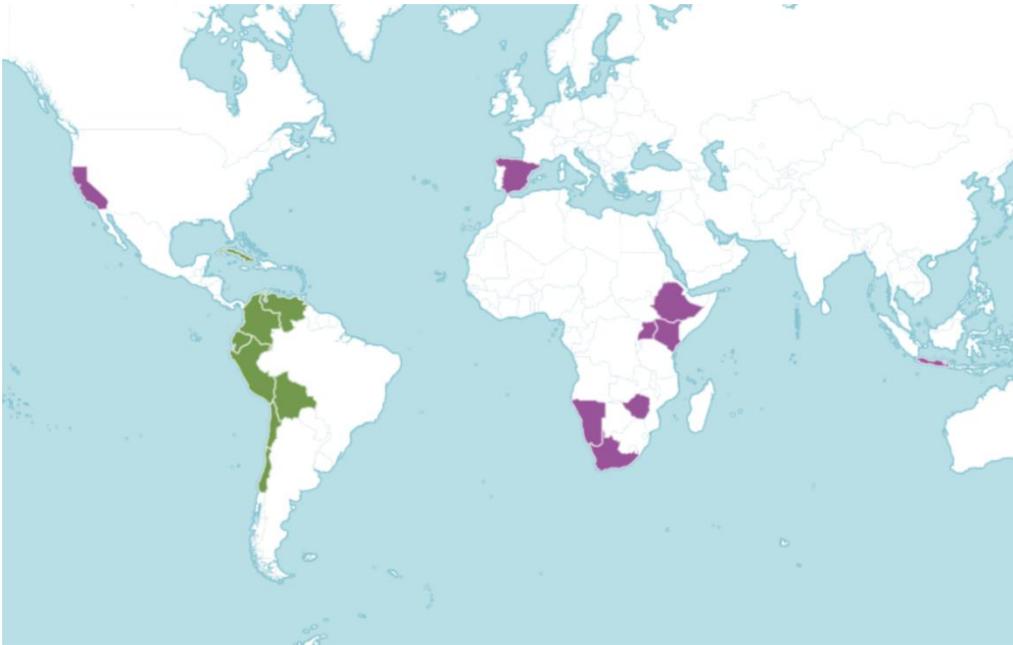


Figura 7. Distribución natural (en verde) y naturalizada (morado) de *Tara spinosa*. Imagen de Plants of the World Online (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:249443-2>)

Desde el año 2000 podemos encontrar 70 artículos científicos que contienen en su título esta especie, con su nombre o alguno de los sinónimos aceptados (Fig. 8). En este caso, también se puede observar una clara tendencia positiva con el paso del tiempo. Filtrando para centrarnos en el campo de la farmacología, el número de artículos científicos se reduce a 23.

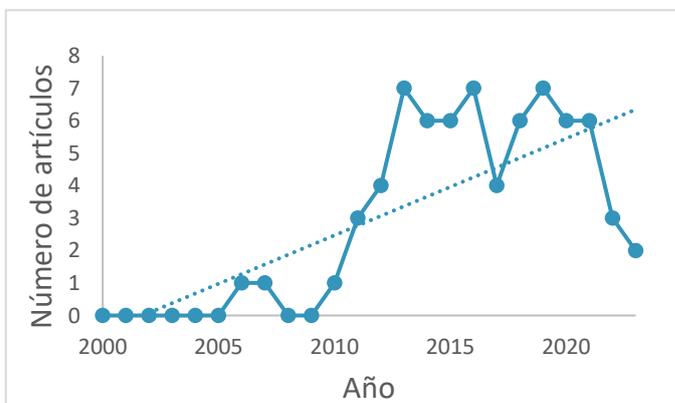


Fig. 8. Número de artículos con respecto al tiempo con el nombre de *Tara spinosa* en su título. La línea de puntos indica la regresión lineal.

De estos artículos científicos, 6 de ellos centraban sus estudios en averiguar más sobre esta especie y sus propiedades. Por ejemplo, uno de ellos es de Martel et al. (2014), que realiza un estudio de la anatomía de las hojas y los componentes que podemos encontrar en ellas. También afirman en este estudio la capacidad antimicrobiana y antioxidante de los extractos de *Tara spinosa*.

Es una especie bastante rica en polifenoles, como podemos deducir de la variedad de estudios que se centran en estos compuestos, y las diferentes partes de la planta de donde se pueden extraer, como por ejemplo de sus hojas y ramas (He et al., 2016). Respecto a la actividad de esta planta, uno de los estudios evidenció su poder antioxidante y, sobre todo, protector contra la degradación de ácido hialurónico (Valachova et al., 2015).

Es una especie también interesante en el campo de la industria alimentaria, ya que se ha observado una acción antimicrobiana contra diferentes patógenos como *Staphylococcus aureus*, proveniente de los galotaninos (taninos hidrolizables) presentes en ella (Aguilar-Gálvez et al., 2014). Además de esto, otros estudios demuestran el poder antioxidante de los componentes extraídos de sus vainas, por lo que su uso también sería una buena alternativa para este tipo de industria (Chambi et al., 2013).

En el campo de la farmacología, los estudios se centran sobre todo en la terapia contra el cáncer, como por ejemplo en la investigación de Sandoval et al. (2017), en el que se comprobó que el uso de los extractos de esta planta puede ayudar en la terapia contra el cáncer potenciando los efectos de la doxorubicina gracias a un efecto sinérgico.

Debido a que muchos de los estudios se centran en investigar la planta en sí y los componentes que se pueden obtener de ella, esto nos lleva a pensar que va a ser bastante importante en los años venideros.

4.3. *Astragalus gummifer* Labill. in J. Phys. (Halle) 1: 46 (1790)

Sinónimos:

Astracantha gummifera (Labill.) Podlech in Mitt. Bot. Staatssamml. München 19: 12 (1983)

Tragacantha gummifera (Labill.) Kuntze in Revis. Gen. Pl. 2: 945 (1891)

Es un arbusto pequeño, de hasta 30 cm de altura (Fig. 9).

Sus hojas se disponen a lo largo de un raquis espinoso, de entre 2 y 5 cm, recto y glabro. Cada raquis posee entre 4 y 7 pares de foliolos. Éstos tienen forma elíptica, y miden entre 5 y 8 mm, normalmente son mucronados, lo que quiere decir que acaban en una punta corta destacada del resto de la lámina. Sus estípulas miden entre 7 y 9 mm y tienen forma ovada. También son glabras o pueden tener una vellosoidad blanquecina.

Las flores se disponen en inflorescencias con entre 8 y 20 flores. Puede haber 2-3 inflorescencias en cada eje foliar (Merton, 1969).

La figura 10 es una imagen de la goma tragacanto, obtenida de esta especie.



Figura 9. Pliego de *Astragalus gummifer*. Imagen obtenida de GBIF (Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/es/occurrence/575185766>)).



Figura 10. Goma tragacanto. By Zinnmann - Own work, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=55011323>

Esta especie es nativa de Irán, Irak, Líbano, Siria y Turquía (Fig. 11).



Figura 11. Distribución natural de *Astragalus gummifer*. Imagen de Plants of the World Online (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:477705-1#distributions>)

Para esta especie, en la búsqueda en WOS sólo encontramos 4 artículos desde el año 2000 con el nombre de la especie o alguno de sus sinónimos en el título. Además, sólo dos de estos artículos nombraban la goma tragacanto.

En uno de los estudios se intentó demostrar las actividades hepatoprotectoras y antiinflamatorias de los extractos de esta planta, concretamente los de las hojas y raíces. Se usaron los extractos alcohólicos en ratas Wistar y ambos extractos mostraron alta actividad antiinflamatoria, mientras que los extractos de la raíz mostraron mucha más actividad hepatoprotectora que los de las hojas. Con las dosis usadas (250 y 500 mg/kg) se redujeron considerablemente los niveles séricos de aspartato aminotransferasa (AST), alanina aminotransferasa (ALT), gamma-glutamyl transpeptidasa (GGT), fosfatasa alcalina (ALP) y bilirrubina total. Concluyen el estudio considerando que al ser el primero en este ámbito, los resultados son positivos pero se necesitan más investigaciones antes de la recomendación clínica (Yusufoglu et al., 2011).

Otro de los estudios que nombra esta especie en su título es una investigación para fabricar una celulosa tridimensional a partir del tronco, y estudiar su potencial de adsorción de proteínas. Los resultados fueron positivos porque las propiedades fisicoquímicas eran casi las mismas que las de la celulosa comercial. La superficie, sin embargo, se encontraba modificada y se observaron poros y fibras en esta nueva celulosa 3D. Debido a esta superficie modificada, se realizaron estudios para comprobar la capacidad de adsorción de proteínas y los resultados se compararon con la celulosa comercial. Los resultados evidenciaron que la nueva celulosa tridimensional fabricada a partir del tronco de *Astragalus gummifer* era altamente afín a la lisozima. (Kaya et al., 2016).

Por último, uno de los estudios que nombran a la goma tragacanto (Kora y Arunachalam, 2012) se centra en la síntesis de nanopartículas de plata usando el extracto acuoso de esta goma. Los componentes hidrosolubles de la goma actúan como reductores y estabilizantes. Regulando las condiciones de reacción, se consiguieron nanopartículas esféricas de 13.1 +/- 1.0 nm. Posteriormente se investigó también la capacidad antibacteriana de estas nanopartículas para bacterias tanto Gram positivas como Gram negativas, y los resultados fueron satisfactorios para ambos tipos.

4.4. *Sterculia urens* Roxb. in Pl. Coromandel 1: 25 (1795)

Sinónimos:

Cavallium urens (Roxb.) Schott & Endl. in Melet. Bot.: 33 (1832)

Clompanus urens (Roxb.) Kuntze in Revis. Gen. Pl. 1: 78 (1891)

Kavalama urens (Roxb.) Raf. in Sylva Tellur.: 72 (1838)

Son árboles que pueden medir entre 9 y 15 metros de altura, con un tronco más bien corto, a menudo torcido e irregular, y ramas largas.

Su corteza es gruesa, de una tonalidad entre crema y rosada, brillante y lisa, con una capa exterior transparente que se despega. Podemos obtener una goma blanquecina (goma karaya) a partir de incisiones o roturas de la corteza. La madera es blanca, excepto por los árboles más viejos, que poseen una parte rojiza cerca del centro.

Las hojas se agrupan en los extremos de las ramas, sobre largos peciolo; tomentosas por el envés y casi glabras por el haz, y son pentalobuladas (Fig. 12). Cada lóbulo tiene los márgenes enteros y son acuminados. Poseen estípulas caducas.

Las flores son numerosas y pequeñas, de color amarillo verdoso, con pedúnculos cortos y brácteas lineares y largas, que se caen tras la floración. Se distribuyen en panículas de forma piramidal, que se encuentran cubiertas por una pelusilla amarilla. La mayoría de las flores son masculinas, y algunas son hermafroditas.

Los frutos también son pentalobulados, ovolanceolados, duros al tacto, de unos 7 cm y de color rojo cuando están maduros.

Las semillas son alargadas, de color castaño oscuro, y podemos encontrar entre 3 y 6 en cada carpelo (Stewart y Brandis, 1874).

La figura 13 es una imagen de la goma karaya, obtenida de esta especie.

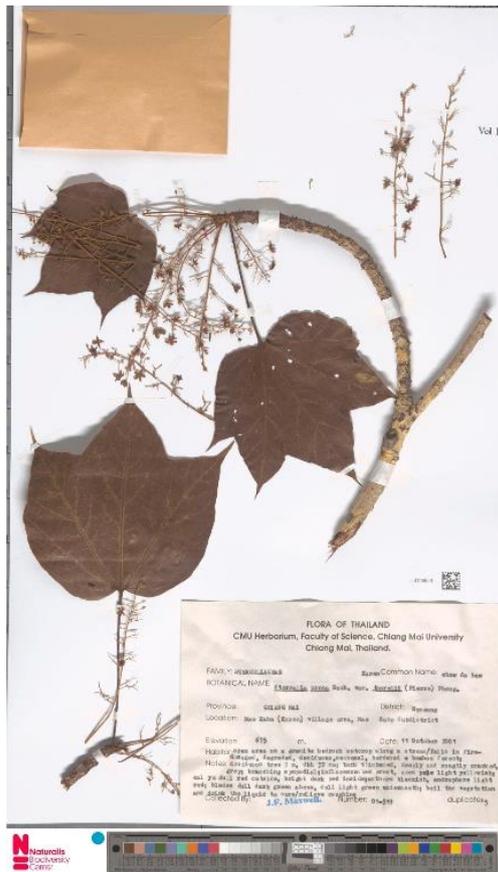


Figura 12. Pliego de *Sterculia urens*. Imagen obtenida de GBIF (Global Biodiversity Information Facility <https://www.gbif.org/es/occurrence/2516785134>)



Figura 13. Goma karaya. By Kingbossix - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=55087397>.

Crece principalmente en las estaciones secas de las zonas con clima tropical. Esta especie es nativa en países del Subcontinente Indio e Indochina. También ha sido introducido en Cuba (Figura 14).

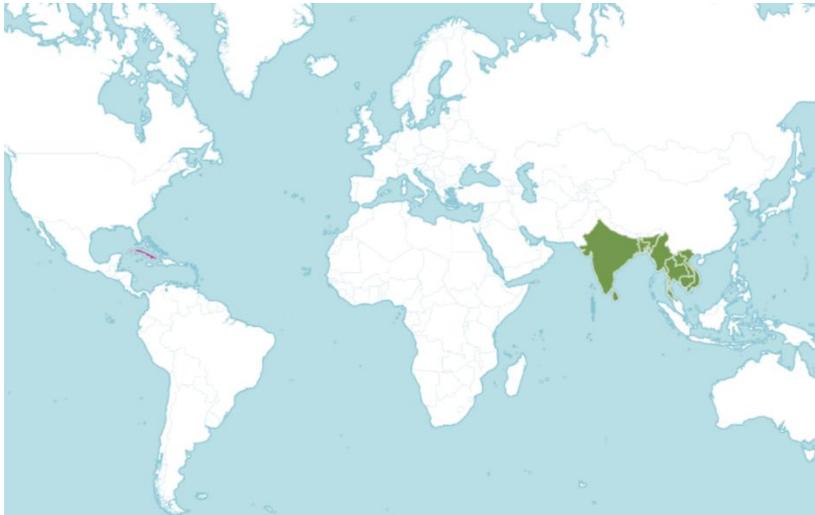


Figura 14. Distribución natural (en verde) y naturalizada (morado) de *Sterculia urens*. Imagen de Plants of the World Online (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:518304-1>)

En una búsqueda en WOS se encuentran 38 artículos publicados con esta especie en su título. Aunque leve, se observa una tendencia positiva en el estudio de esta especie (Fig. 15).

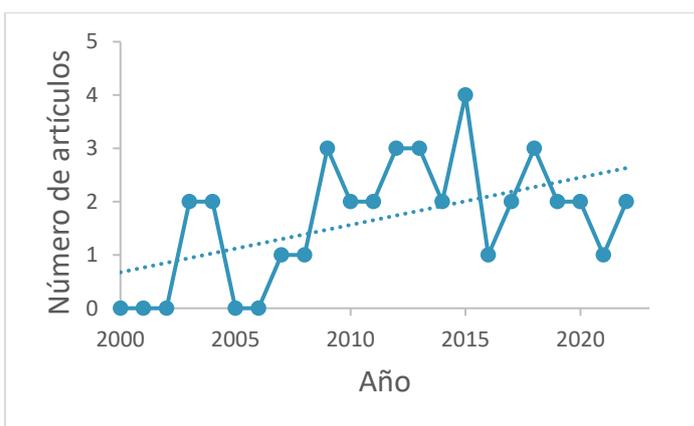


Figura 15. Número de artículos con respecto al tiempo con el nombre de *Sterculia urens* en su título. La línea de puntos indica la regresión lineal.

Uno de los estudios que podemos encontrar en WOS en el cual aparece *Sterculia urens* en su título, se realizó para conseguir extraer la goma karaya de este árbol sin dañarlo. Esto es debido a que los sistemas clásicos para la obtención de esta goma, como es el dañar la corteza haciendo cortes profundos o arrancándola, finaliza con la muerte del árbol. Esta goma es muy usada en distintos tipos de industria, por lo que tiene un fuerte impacto económico. Los métodos clásicos de obtención de la goma, estaban llevando a una disminución en la población de estos árboles, por lo que se investigó otra forma de obtenerla, y fue con el uso de etefón. Es un estimulante de la gomosis, lo que ha conseguido aumentar el rendimiento unas 20-30 veces con respecto al grupo control, y unas 10 veces con respecto a los sistemas clásicos de obtención de la goma, con menor daño a la corteza, además de conseguir que las heridas cierren antes y así evitar la muerte del árbol (Nair, 2003; Vashishth y Guleria, 2017).

Otro de los estudios que encontramos intenta averiguar el poder antimicrobiano de la goma karaya, producida por este árbol. La investigación se realizó sobre diferentes microorganismos, tanto Gram positivos como Gram negativos. Se combinó el uso de esta goma junto con quitosano, y los estudios demostraron un poder bacteriostático sobre todos los patógenos investigados, no tanto poder bactericida. Además, su acción es mayor sobre Gram positivos (Lipovy et al., 2019).

Además de por su goma, también se encuentra un estudio realizado con los mucílagos procedentes de sus semillas junto con una variedad de gomas y mucílagos, para la liberación retardada de fármacos en el colon (Amrutkar y Gattani, 2012).

4.5. *Terminalia anogeissiana* Gere & Boatwr. in Bot. J. Linn. Soc. 184: 319 (2017)

Sinónimos:

Anogeissus latifolia (Roxb. ex DC.) Wall. Ex Guill. & Perr. in Fl. Seneg. Tent.: 280 (1832)

Conocarpus latifolius Roxb. ex DC. in Prodr. 3: 16 (1828)

Es un gran árbol caducifolio, llamativo por su corteza lisa y blanca grisácea, y porque sus hojas se vuelven rojas antes de caer. Su madera es gris y dura, con un pequeño centro

que tiende al color morado. Los tallos más pequeños y las hojas jóvenes están cubiertos de una vellosidad suave y aterciopelada.

Las hojas son coriáceas, apoyadas sobre peciolo cortos, de forma ovalada, aunque alguna vez podemos encontrar hojas de forma ovo-lanceolada, pero no es lo más común. Los bordes son obtuso, retuso o emarginados, y son glabras una vez que han alcanzado la madurez. Miden entre 5 y 10 cm, y poseen entre 6 y 10 nervios laterales arqueados a cada lado del nervio central (Fig. 16). Las flores se agrupan en racimos axilares, con un pedúnculo del mismo tamaño que el propio racimo o más corto. Los frutos están dispuestos de forma imbricada en cabezuelas densas. Individualmente son pequeños y coriáceos, monospermos, comprimidos, con 2 alas anchas y acaban en el tubo del cáliz que es persistente. La semilla es de forma ovoide (Stewart y Brandis, 1874; Gamble, 1915).

La figura 17 es una imagen de la goma ghatti, obtenida de esta especie.

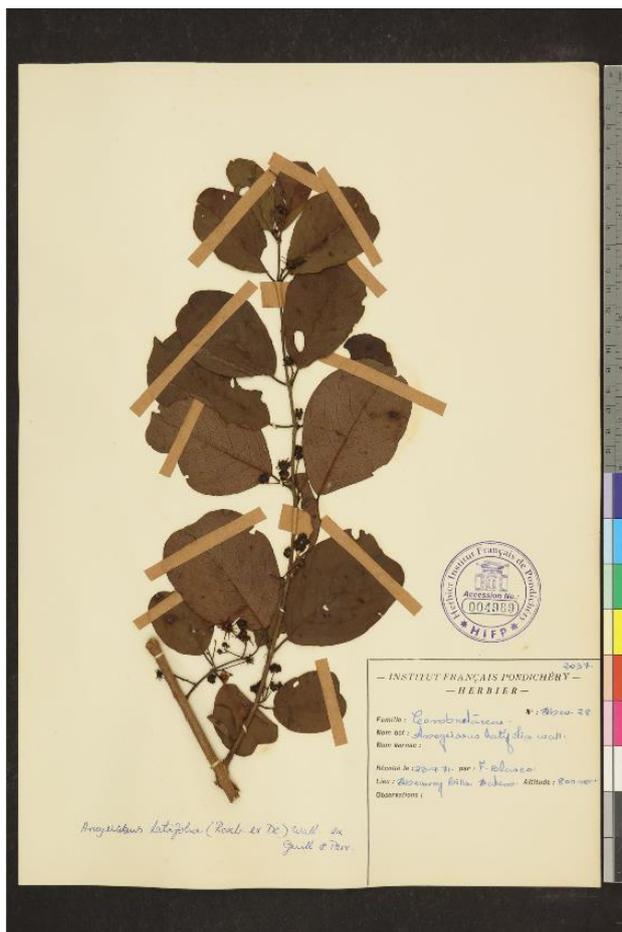


Figura 16. Pliego de *Terminalia anogeissiana*. Imagen obtenida de GBIF (Global Biodiversity Information Facility <https://www.gbif.org/es/occurrence/4035429816>).



Figura 17. Imagen obtenida de <https://kapadiagum.com/product/gum-ghatti/>

Es un árbol que crece principalmente en un clima tropical seco. Es nativo del subcontinente Indio (Figura 18).



Figura 18. Distribución natural de *Terminalia anogeissiana*. Imagen de Plants of the World Online (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:77164537-1>)

En una búsqueda en WOS, filtrando desde el año 2000, encontramos un total de 17 artículos (Fig. 19).

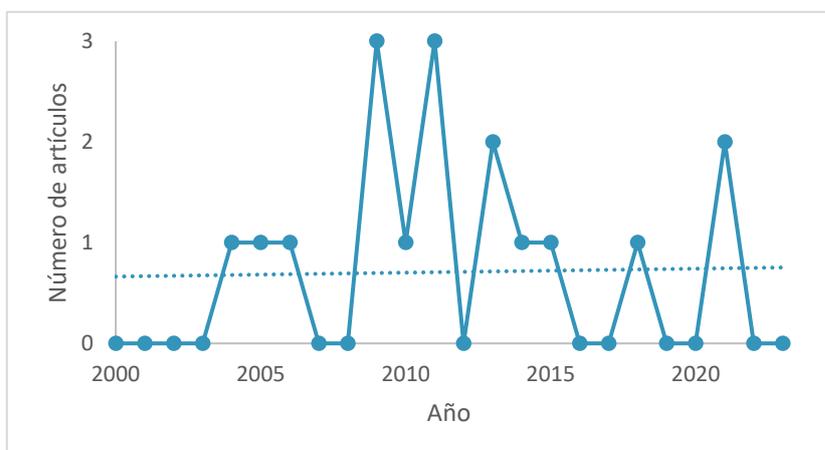


Figura 19. Número de artículos con respecto al tiempo con el nombre de *Terminalia anogeissiana* en su título. La línea de puntos indica la regresión lineal.

La corteza de este árbol se ha usado desde la antigüedad para tratar distintas patologías estomacales y cutáneas. En 2006 se realizó un estudio que trató de demostrar un acción antiulcerosa y antimicrobiana de los extractos hidroalcohólicos obtenidos de esta especie. Se investigó el potencial antiulceroso de este extracto en diferentes tipos de úlceras (por aspirina, por etanol, etc.). Los resultados evidenciaron su actividad antiulcerosa al disminuir la formación de úlceras. También se observó cierta actividad antibacteriana y antifúngica.

Mediante cromatografía en capa fina de alto rendimiento (HPTLC), se mostró la presencia de ácido gálico y ácido elálgico, lo que podría justificar el uso de esta planta en la medicina tradicional para las patologías estomacales (Govindarajan et al., 2006).

Por otra parte, en 2009 se publicó otro estudio que demostraba la actividad hepatoprotectora del extracto hidroalcohólico de esta especie tanto in vitro como in vivo (Pradeep et al., 2009).

También se estudió su capacidad nefroprotectora. En este caso, se indujo la nefrotoxicidad en ratas albinas Wistar adultas mediante el tratamiento con gentamicina, y se las trató posteriormente con extracto alcohólico de la corteza de *Terminalia anogeissiana* a distintas dosis. Otro grupo de ratas fue tratado con ácido elálgico, y un

tercero con Cystone, un preparado fitoterapéutico. Los resultados del estudio concluyeron que tanto la administración del ácido elágico como del extracto alcohólico de la corteza de *Terminalia anogeissiana*, eran comparables al preparado fitoterapéutico de referencia usado (Sharma et al., 2021).

4.6. *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub in H.G.A. Engler & K.A.E. Prantl, Nat. Pflanzemfam. 3(3): 259 (1894)

Sinónimos:

Psoralea tetragonoloba L. in Mant. Pl.: 104 (1767)

Es una planta herbácea que puede medir desde 60 cm hasta 1,30 m. Posee tallos erectos y ramificados, casi glabros y con base leñosa.

Sus hojas se apoyan sobre un peciolo que mide entre 0,8 y 4 cm. Son trifoliadas, y cada foliolo tiene forma ovada-oblonga (Fig. 20). El tamaño de éstos oscila entre 3 y 7 cm de largo, y 1,5 y 4 cm de ancho. En la parte abaxial (envés) poseen pequeños tricomas grisáceos, y en la parte adaxial (haz) son glabras. Con base cuneada, el ápice puede ser obtuso o agudo, y sus márgenes son dentados. Las flores son pequeñas y de color rosa, y se agrupan en racimos de entre 4 y 10 cm. Cada uno de estos racimos tiene entre 6 y 30 flores. Los frutos son vainas lineales de entre 4 y 7 cm de largo, y entre 3 y 8 mm de ancho. Cada una de ella tiene en su interior de 6 a 12 semillas de color negro grisáceo. De estas semillas es de donde se obtiene la goma guar (Figura 21).



Figura 20. Pliego de *Cyamopsis tetragonoloba*. Imagen obtenida de GBIF (Global Biodiversity Information Facility <https://www.gbif.org/es/occurrence/574850816>).

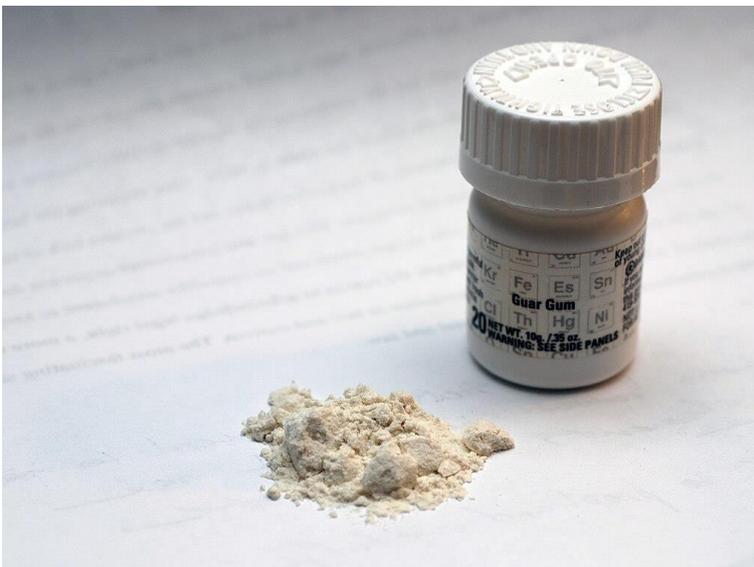


Figura 21. Goma guar. By Quintinz at English Wikipedia., CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4220394>.

Esta especie es nativa de India, Pakistán, y la zona oeste del Himalaya, pero ha sido introducida en otras zonas (Figura 22).

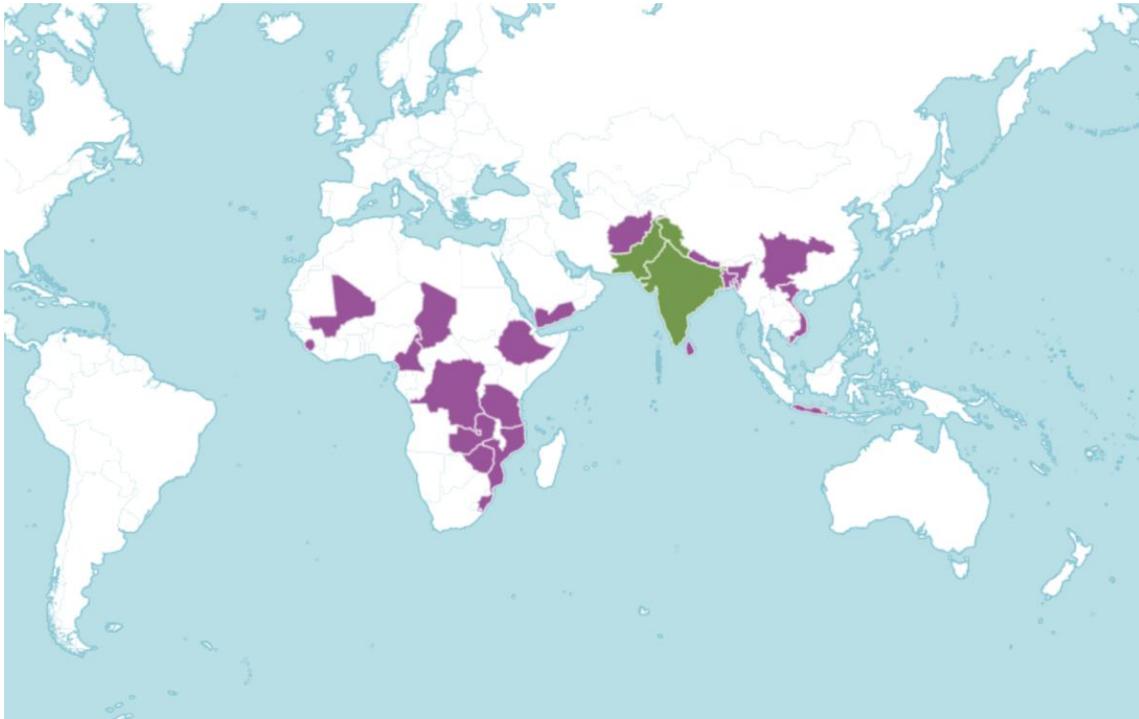


Figura 22. Distribución natural (en verde) y naturalizada (morado) de *Cyamopsis tetragonoloba*. Imagen de Plants of the World Online (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:489242-1#distributions>)

En la búsqueda realizada en WOS, para artículos que citen esta especie o su sinónimo en el título, encontramos 273 resultados (Fig. 23), lo que nos hace pensar que es una especie que despierta bastante interés en la comunidad científica actual.

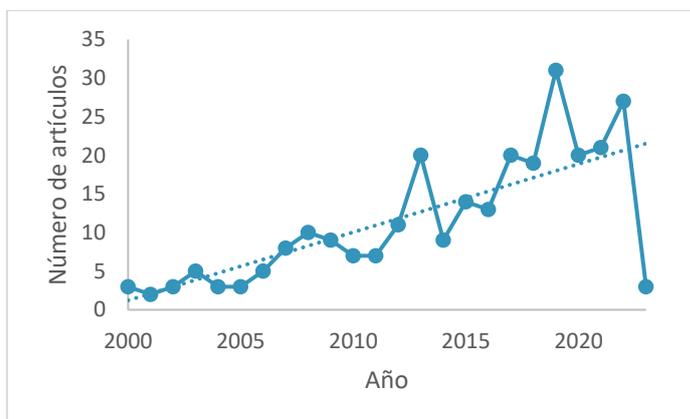


Figura 23. Número de artículos con respecto al tiempo con el nombre de *Cyamopsis tetragonoloba* en su título. La línea de puntos indica la regresión lineal.

En un estudio reciente, relativos al área de la farmacología, se observó la capacidad hepatoprotectora del extracto acuoso de la semilla de *Cyamopsis tetragonoloba*. Se administró este extracto a grupos de ratas, a cada uno de los cuales se les administró paracetamol. A estos grupos se les administraba el extracto en diferentes dosis y a otro de ellos se le administró silimarina. Se analizaron marcadores enzimáticos hepáticos y renales y se llegó a la conclusión de que este extracto tiene propiedades hepatoprotectoras y antioxidantes. Además, se consiguieron mejores resultados con este extracto vegetal que con la silimarina (Simon et al., 2022).

Por otra parte, los frutos han mostrado tener actividad antihiper glucémica en un estudio realizado en ratas con diabetes inducida (Mukhtar et al., 2006). Se administró el extracto alcohólico de estos frutos, y a las 3 horas ya se observó una disminución de los niveles de glucosa en sangre. Tras 10 días administrando la misma dosis, los resultados fueron estadísticamente significativos.

También se examinó la capacidad protectora a nivel gastrointestinal de estos frutos en ratas Wistar. Se les administró por 8 semanas y se demostró que potencia la actividad de las enzimas antioxidantes (superóxido dismutasa, catalasa, glutatión reductasa, glutatión-S-transferasa y glutatión peroxidasa), y aumenta las concentraciones de moléculas antioxidantes tanto en la mucosa gástrica como en la intestinal (Pande y Srinivasan, 2013). En combinación con capsaicina, los beneficios fueron mucho mayores. Este estudio demuestra que los frutos de esta especie tienen un efecto gastroprotector significativo, sobre todo en combinación con la capsaicina (Pande y Srinivasan, 2013).

5. CONCLUSIÓN

Tras revisar los diferentes artículos científicos seleccionados para la elaboración de esta revisión bibliográfica, podemos concluir que las gomas vegetales se encuentran en el punto de mira de la investigación científica.

Debido a la tendencia actual de utilizar excipientes naturales, los estudios acerca de las gomas y sus aplicaciones, así como de las especies vegetales que las producen, se

encuentran en auge. Su uso como excipientes se debe sobre todo a sus propiedades espesantes o viscosizantes.

Algunos de los estudios seleccionados se basan en comprobar la evidencia científica de los usos tradicionales que se les ha dado a estas gomas, ya no como excipientes sino como tratamiento en sí, o como coadyuvantes de otros fármacos. Uno de los usos tradicionales que se les ha dado ha sido para tratar patologías estomacales.

Si bien es cierto que las gomas son diferentes entre sí y tienen distinta composición, la mayoría han demostrado poseer propiedades similares. Estas propiedades son antioxidantes, hepatoprotectoras, nefroprotectoras y gastroprotectoras. También hay estudios que atribuyen a algunas de estas gomas poder bacteriostático y/o bactericida, y la capacidad de potenciar algún tratamiento contra el cáncer, por lo que es un campo de investigación muy interesante y hay mucho por aprender aún.

Para ello, queda bastante trabajo por hacer, ya que hay muchas gomas cuyas propiedades se desconocen, lo que se demuestra con el hecho de que muchos de los artículos se basan en realizar un estudio de la especie vegetal en sí, e intentar analizar la composición de la goma y otros extractos.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Galvez, Ana; Noratto, Giuliana; Chambi, Flor; Debaste, Frederic; Campos, David. Potential of Tara (*Caesalpinia spinosa*) gallotannins and hydrolysates as natural antibacterial compounds. *Food Chem.* 2014; 156: 301-304.

Amrutkar, Jitendra R; Gattani, Surendra G. A novel hydrogel plug of *Sterculia urens* for pulsatile delivery: in vitro and in vivo evaluation. *J. Microencapsul.* 2012; 29(1): 72-82.

Bhosale, Rohit Rajendra; Osmani, Riyaz Ali M.; Moin, Afrasim. Natural gums and mucilages, a review of multifaceted excipients in pharmaceutical science and research. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res.* 2014-15; 6(4): 901-912.

Chambi, Flor; Chirinos, Rosana; Pedreschi, Romina; Betalleluz-Pallardel, Indira; Debaste, Frederic et al. Antioxidant potential of hydrolyzed polyphenolic extracts from Tara (*Caesalpinia spinosa*) pods. *Ind. Crops Prod.* 2013; 47: 168-175.

Codd, L.E.W; Dyer, Robert Allen; Rycroft, Hedley Brian; Winter, Bernard de. *Flora of Southern Africa: the Republic of South Africa, Basutoland, Swaziland and South West Africa.* Pretoria: Govt. Printer; 1963.

Gamble JS (1915) *Flora of the Presidency of Madras.*; vol. I. Adlard & Son, Limited, London.

Govindarajan, R; Vijayakumar, M; Singh, M; Rao, Ch V; Shirwaikar, A; Rawat, A.K.S. et al. Antiulcer and antimicrobial activity of *Anogeissus latifolia*. *J. Ethnopharmacol.* 2006; 106(1): 57-61.

He, Dong-Yang; Li, Yuan-Ping; Tang, Hong-Bo; Luo, Lei; Ma, Rui-Jing; Wang, Ji-Hua et al. Phenolic compounds from the twigs and leaves of Tara (*Caesalpinia spinosa*). *J. Asian Nat. Prod. Res.* 2016; 18(4): 334-338.

Kaya, Murat; Odabasi, Mehmet; Mujtaba, Muhammad; Sen, Miren; Bulut, Esra; Akyuz, Bahar. Novel three-dimensional cellulose produced from trunk of *Astragalus gummifer* (Fabaceae) tested for protein adsorption performance. *Mater. Sci. Eng. C Mater. Biol. Appl.* 2016; 62: 144-151.

Kora, Aruna Jyothi; Arunachalam, Jayaraman. Green fabrication of Silver Nanoparticles by Gum Tragacanth (*Astragalus gummifer*): A Dual Functional Reductant and Stabilizer. *J. Nanomater.* 2012; 2012: 869765.

Lipovy, B; Holoubek, J; Vacek, L; Ruzicka, F; Nedomova, E; Postulkova, H et al. Antimicrobial effect of novel hidrogel matrix based on natural polysaccharide *Sterculia urens*. *Epidemiol. Mikrobiol. Imunol.* 2019; 67(4): 166-174.

Martel, Carlos; Rojas, Nancy; Marin, Manuel; Aviles, Rosa; Neira, Elizabeth; Santiago, Julio. *Caesalpinia spinosa* (Caesalpiniaceae) leaves: anatomy, histochemistry, and secondary metabolites. *Braz. J. Bot.* 2014; 37(2): 167-174.

Merton LFH. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, by Davis PH, Cullen J, Coode MJE. *New Phytol.* 1969; 68(1): 219-222.

Mirhosseini H, Amid BT. A review study on chemical composition and molecular structure of newly plant gum exudates and seed gum. *Food Research International.* 2012; 46 (1): 387-398.

Mohammed, Muataz E.; Abbas, Amr M.; Badi, Rehab M.; Bashir, Salah Omer; Osman, Osama M.; Morsy, Mohamed D. et al. Effect of *Acacia senegal* on TGF-beta 1 and vascular mediators in a rat 30model of30 diabetic nephropathy. *Arch. Physiol. Biochem.* 2020; 128(6): 1548-1558.

Mukhtar, HM; Ansari, SH; Bhat, ZA; Naved, T. Antihyperglycemic activity of *Cyamopsis tetragonoloba* beans on blood glucose levels in alloxan-induced diabetic rats. *Pharm. Biol.* 2006; 44(1): 10-13.

Nair, M. N. B. (2004). Gum tapping in *Sterculia urens* Roxb. *Sterculiaceae*) using ethephon. *Sustainable Production of Wood and Non-wood Forest Products*, 604, 69-74.

Nasir, Omaima; Umbaj, Anja T.; Rexhepaj, Rexhep; Ackermann, Teresa F.; Bhandaru, Madhuri; Ebrahim, Ammar et al. Effects of gum arabic (*Acacia senegal*) on renal function in diabetic mice. *Kidney Blood Press. Res.* 2012; 35(5): 365-372.

Osma, Walla'a A.; Mostafa-Hedeab, Gomaa; Osman, Ahmed H.; Rashed, Laila A.; Labib, Dina A. Aly. Effect of arabic gum on paracetamol-induced chronic nephrotoxicity in albino rats. *Int. J. Pharmacol.* 2022; 18(8): 1593-1604.

Pande, Shubhra; Srinivasan, Krishnapura. Protective effect of dietary tender cluster beans (*Cyamopsis tetragonoloba*) in the gastrointestinal tract of experimental rats. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2013; 38(2): 169-176.

Pradeep, Hulikere Ananth; Khan, Saleemullah; Ravikumar, Karamkonda; Ahmed, Mohammed Fazil; Rao, Meesala Srinivasa; Kiranmai, Mandava et al. Hepatoprotective evaluation of *Anogeissus latifolia*: In vitro and in vivo studies. *World J. Gastroenterol.* 2009; 15(38): 4816-4822.

Ross J.H. 1975. Flora of Southern Africa, vol 16. Botanical Research Institute. Pp. 48-50.

Sandoval, Tito A.; Uruena, Claudia P.; Llano, Monica; Gomez-Cadena, Alejandra; Hernandez, John F. et al. Standardized Extract from *Caesalpinia spinosa* is cytotoxic over cancer stem cells and enhance anticancer activity of doxorubicin. *Am. J. Chin. Med.* 2017; 44(8): 1693-1717.

Sharma, Vikas Chandra; Kaushik, Atul; Dey, Yadu Nandan; Srivastava, Bhavana; Wanjari, Manish; Pawar, Sharad et al. Nephroprotective potential of *Anogeissus latifolia* Roxb. (Dhava) against gentamicin-induced nephrotoxicity in rats. *J. Ethnopharmacol.* 2021; 273: 114001.

Simon, Jerine Peter; Namachivayam, Arunraj; Katturajan, RamKumar; Nithiyandam, Sangeetha; Parthasarathy, Manisha; Sabina, Evan Prince. Protective Effect of the Aqueous Extract of *Cyamopsis tetragonoloba* Seed against the Paracetamol-induced Toxicity in Female Wistar Albino Rats. *Indian J. Pharm. Educ. Res.* 2022; 56(2): 580-588.

Singh, A.V. Biopolymers in drug delivery: a review. *Pharmacologyonline.* 2011; 1: 666-674.

Smith F, Montgomery R. The chemistry of plant gums and mucilages and some related polysaccharides. Nueva York: Chapman & Hold. 1959.

Stewart JL, Brandis D (1874) The forest flora of north-west and central India: a handbook of the indigenous trees and shrubs of those countries. Wm. H. Allen & Co, London.

Stewart, John Lindsay; Brandis, Dietrich, Sir. The forest flora of north-west and central India : a handbook of the indigenous trees and shrubs of those countries. London, W.H. Allen. 1874. P.32-34.

ussinovitch A. Plant gum exudates of the world: sources, distribution, properties and applications. Boca Raton: CRC Press. 2010.

Valachova, Katarina; Topolska, Dominika; Nagy, Milan; Gaidau, Carmen; Niculescu, Mihaela; Matyasovsky, Jan et al. Radical scavenging activity of *Caesalpinia spinosa*. *Neuroendocrinol. Lett.* 2015; 35(2): 197-200.

Vashishth, Amol; Guleria, Vipin. Standardize gumtapping techniques to maximize yield from high-value Indian tree, *Sterculia urens*. *J. For. Res.* 2017; 28(3): 615-619.

Yusufoglu, Hasan Soliman; Alam, Aftab; Zaghloul, Ahmed Mohammed; Al-salkini, Mohammad Ayman; Alam, Prawez. Comparative anti-inflammatory and hepatoprotective activities of *Astragalus gummifer* Labill. herbs and roots in rats. *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med.* 2014; 11(3): 268-274.