

The background of the entire page is a dense, colorful collage of botanical illustrations. It features various plants, flowers, and plant parts in different colors and styles, including red and pink flowers, green leaves, and detailed anatomical drawings of plant structures. The illustrations are arranged in a grid-like pattern, creating a rich, textured background for the central text.

**INTERÉS FARMACÉUTICO DE
LOS MUCÍLAGOS**
TRABAJO FIN DE GRADO



Universidad de Sevilla
Facultad de Farmacia

M^a Ascensión Serván Alcántara

INTERÉS FARMACÉUTICO DE LOS MUCÍLAGOS

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Farmacia



Universidad de Sevilla

Facultad de Farmacia

Alumna: M^a Ascensión Serván Alcántara.

Sevilla, Julio 2018.

Departamento de Farmacología, área de Farmacognosia.

Tutora: Profa. M^a Dolores García Giménez

Revisión bibliográfica.



Dña M^a Dolores García Giménez, Profesora del Departamento de Farmacología de la Universidad de Sevilla, acredita que:

El Trabajo de Fin de Grado titulado “Interés farmacéutico de los mucílagos”, realizado por la Alumna: M^a Ascensión Serván Alcántara, reúne las condiciones exigibles para su presentación y defensa.

Fdo. Dña M^a Dolores García Giménez

Sevilla, 14 de Junio de 2018.

RESUMEN

Los mucílagos son hidrocoloides vegetales, que despiertan un gran interés a nivel terapéutico, gracias al papel fundamental que ejercen dentro de la farmacología y la tecnología farmacéutica. En esta revisión bibliográfica se ha realizado una investigación tanto de sus aplicaciones tradicionales, profundizando en su mecanismo de acción, como en su potencial dentro nuevos campos relacionados con la salud. Para ello, hemos contado con diferentes fuentes bibliográficas y bases de datos como: "Pubmed", "Dialnet", "Google Académico", "Scopus" o "Medline".

Los resultados obtenidos han dado a conocer que los efectos beneficiosos producidos por estos polisacáridos, se deben fundamentalmente a dos de sus propiedades fisiológicas: su capacidad de retención de agua y su fermentación por las bacterias intestinales.

Dichas propiedades corroboran la actividad de estos compuestos como hipocolesterolemiantes, hipoglucemiantes, demulcentes y laxantes, facilitando la comprensión de su mecanismo de acción y justificando su uso en la medicina tradicional. Además, estas proporcionan a los mucílagos un potencial efecto prebiótico, lo que les confiere un rol importante en la prevención y/o tratamiento de algunas patologías como: síndrome del intestino irritable, colitis ulcerosa, diarrea, alergias, osteoporosis, encefalopatías y cáncer de colon, entre otras.

En la Industria Farmacéutica también son ampliamente utilizados como coadyuvantes de numerosas preparaciones, compitiendo con polisacáridos sintéticos, por ser generalmente inertes, menos tóxicos y menos costosos. Todo esto aporta unas características adecuadas para la vehiculización de fármacos, dando lugar a medicamentos estables y fácilmente administrables.

Palabras clave: Mucílagos, Prebióticos, Glucomananos, Excipientes.

ÍNDICE

	Págs.
I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	2
I.1 <u>Concepto de mucílago</u>	2
I.2 <u>Clasificación de los mucílagos</u>	3
I.3 <u>Funciones fisiológicas de los mucílagos en las plantas</u>	8
I.4 <u>Propiedades fisicoquímicas de los mucílagos</u>	8
I.5 <u>Aislamiento y extracción</u>	9
II. OBJETIVO.....	10
III. METODOLOGÍA.....	10
IV. RESULTADOS.....	11
IV.1 <u>Indicaciones terapéuticas actuales</u>	11
IV.1.1 <i>Propiedades fisiológicas de los mucílagos</i>	11
IV.1.2 <i>Transformaciones metabólicas de los mucílagos en el intestino</i>	11
IV.1.3 <i>Principales propiedades medicinales de los mucílagos</i>	12
1. <u>Efecto hipocolesteromiante</u>	12
2. <u>Efecto hipoglucémico</u>	14
3. <u>Efecto demulcente o emoliente</u>	15
4. <u>Efecto laxante</u>	15
5. <u>Eliminación de toxinas</u>	16
6. <u>Control de peso</u>	16
7. <u>Principales plantas con mucílagos de interés medicinal</u>	17
8. <u>Prebióticos potenciales</u>	20
– <i>Principales prebióticos</i>	22
– <i>Efectos fisiológicos sobre el organismo</i>	24
IV.2 <u>Mucílagos en la Industria farmacéutica</u>	27
IV.2.1 <i>Importancia actual</i>	27
IV.2.2 <i>Utilización de los mucílagos en las fórmulas farmacéuticas</i>	28
IV.2.3 <i>Especies vegetales con mucílagos en la industria farmacéutica</i>	29
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	33

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La industria farmacéutica está volviendo a tener un gran interés por los productos naturales al estar ampliamente disponibles y ser, generalmente, químicamente inertes, menos tóxicos, biodegradables y menos costosos que los sintéticos (Gómez et al., 2017). Dentro de este grupo, están destacando de forma importante, los hidrocoloides de polisacáridos donde incluimos gomas, mucílagos y otros glucanos.

I.1 Concepto de mucílago

Los mucílagos son fibras solubles constituyentes del vegetal, productos fisiológicos que se hallan localizadas en células especiales dentro de los tejidos (Figura 1), especialmente en el tegumento externo de las semillas y en distintos órganos (raíces, bulbos, tubérculos, flores y hojas). Los podemos encontrar en distintas familias de vegetales superiores: Malváceas, Liliáceas, Lináceas, Plantagináceas, de igual manera que en algunas algas marinas. (Bruneton, 2000)(Castillo y Martínez, 2007)

Su estructura química general corresponde a polisacáridos heterogéneos con un alto contenido en galactosa, manosa, glucosa y derivados de osas (principalmente ácidos urónicos). (CGCOF, 2018)

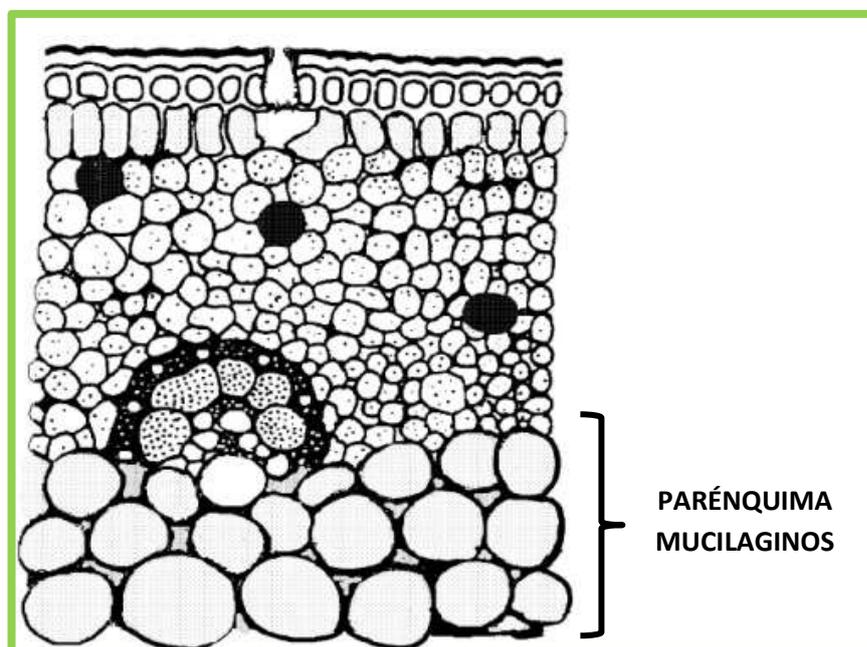


Figura 1. Esquema de la sección transversal de la hoja de *Aloe vera* donde se observa el parénquima mucilaginoso.

Por otro lado, las gomas son productos patológicos exudados, formados por la destrucción de las membranas celulares o situaciones desfavorables para el vegetal. Están compuestas por macromoléculas osídicas heterogéneas y ramificadas, que contienen ácidos urónicos. (Manosroi et al., 2015)

Debido a la similitud de la composición química de los mucílagos y las gomas, y al ser ambos hidrocoloides vegetales, se suelen clasificar de forma errónea, así pues nos encontraremos en esta revisión bibliográfica algunas sustancias mucilaginosas nombradas de forma común como gomas, aunque realmente son mucílagos, por ejemplo: la Goma Guar, obtenida de las semillas de *Cyamopsis tetragonoloba* L., perteneciente a la familia de las Fabáceas.

1.2 Clasificación de los mucílagos:

Los mucílagos de plantas superiores se clasifican clásicamente en dos grandes grupos: mucílagos neutros y mucílagos ácidos.

Los mucílagos neutros reciben esta denominación debido a que su estructura química corresponde a polímeros heterogéneos lineales de la manosa que incorporan en su estructura un porcentaje variable de otras osas. En este caso son mananos oligosacáridos (Figura 2): (Castillo y Martínez, 2007)

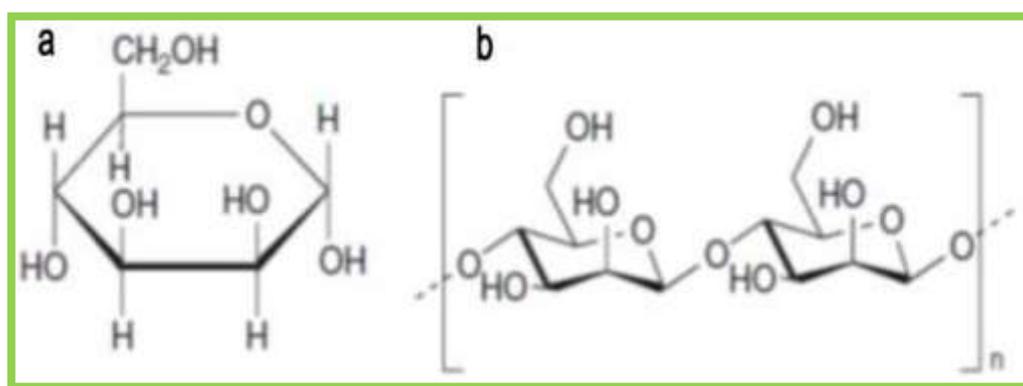


Figura 2: Estructura química. a) Manosa, b) manano oligosacáridos.

Estos están constituidos por la unión de 2 a 10 unidades cíclicas de manosa mediante enlaces glucosídicos de forma lineal o ramificada.

- a) Glucomananas: son polímeros constituidos por unidades de D-manosa y D-glucosa (20-50%) unidos por enlace glucosídico $\beta(1-4)$, que al entrar en contacto con el agua dan lugar a disoluciones muy viscosas.

Están presentes en órganos subterráneos de algunas Monocotiledóneas, por ejemplo, en el rizoma de la planta konjac (*Amorphophallus konjac* K.Koch.), cuya estructura particular, mostrada en la Figura 3, consta de pequeñas ramificaciones unidas por enlace glucosídicos $\beta(1-3)$ a la cadena principal, y de grupos aceto aleatoriamente distribuidos en la posición C-6 de las unidades monosacarídicas. (Braun y Cohen, 2010)

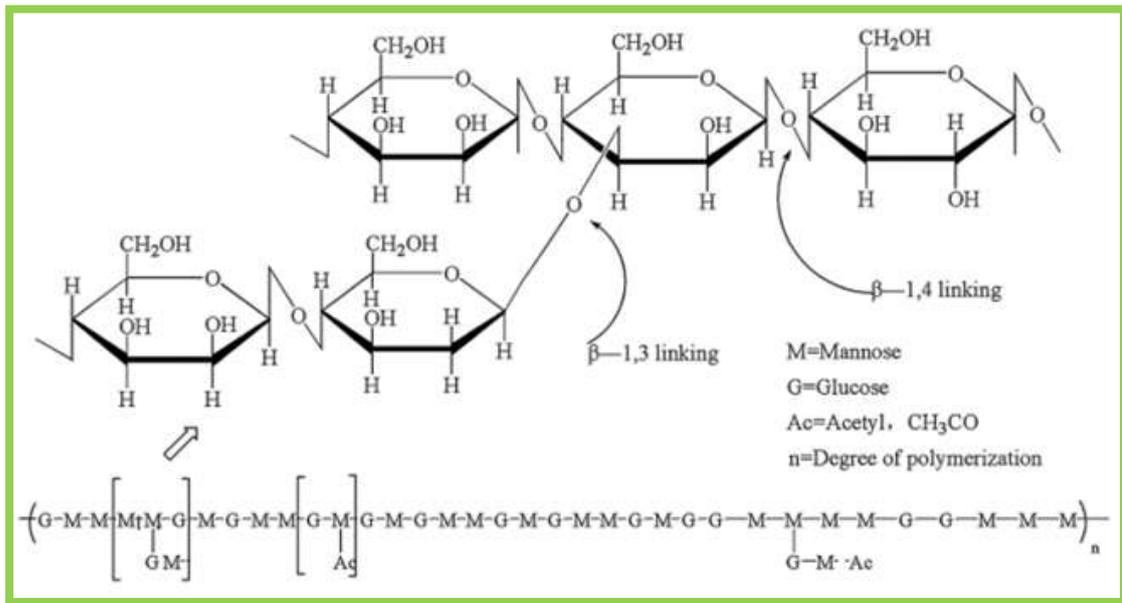


Figura 3: Estructura química del glucomano de konjac.

b) Galactomananas: polímeros constituidos por una cadena principal de unidades de de D-manosa unidas entre sí por enlaces β ,(1-4), con ramificaciones de galactosa unidas en α sobre el grupo hidroxilo del C-6 de la manosa, cuya proporción dependen de la especie vegetal. (Figura 4)

Son hidrosolubles y se localizan en el endospermo de las semillas de diversas familias de plantas: Fabáceas, Cesalpínáceas, Palmáceas, Anonáceas, Convolvuláceas. (Braun y Cohen, 2010)

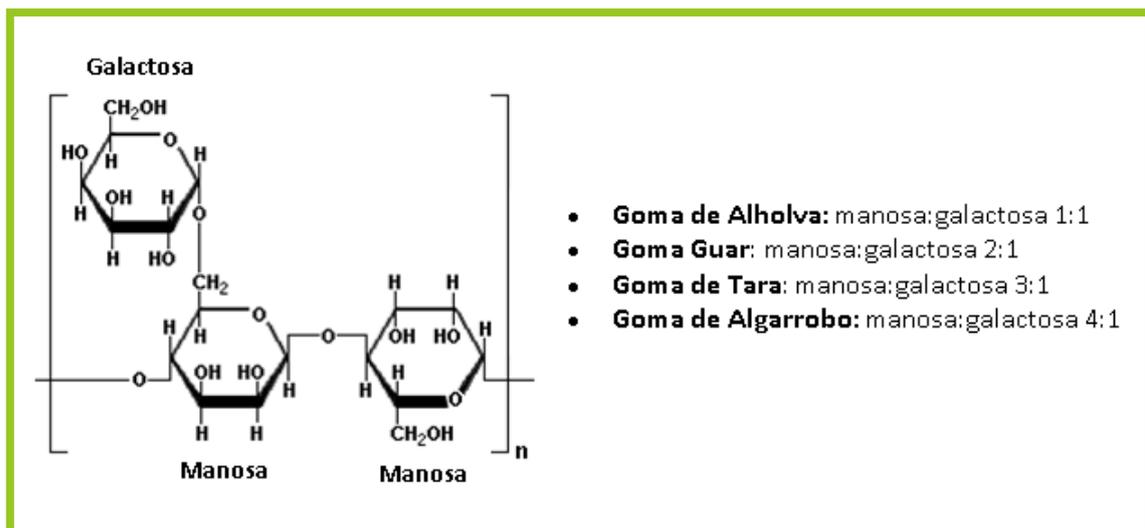


Figura 4: Estructura química general de los Galactomananos.

- c) Galactoglucomananas: en estos polímeros la cadena principal es un glucomanano con algunas D-manosas sustituidas por unidades de D-galactosa en α sobre los grupos hidroxilos del C-6. Suele presentar dos tipos de sustituyentes, los grupos O-acetil unidos por enlaces éster a las posiciones 2 y 3 del esqueleto del azúcar, y la galactosa unida por enlaces $\alpha(1-6)$. (Figura 5)(Braun y Cohen, 2010)

Forman parte de hemicelulosas acumuladas como material de reserva en algunas semillas, como las del árbol de Judea (*Cercis siliquastrum* L.).

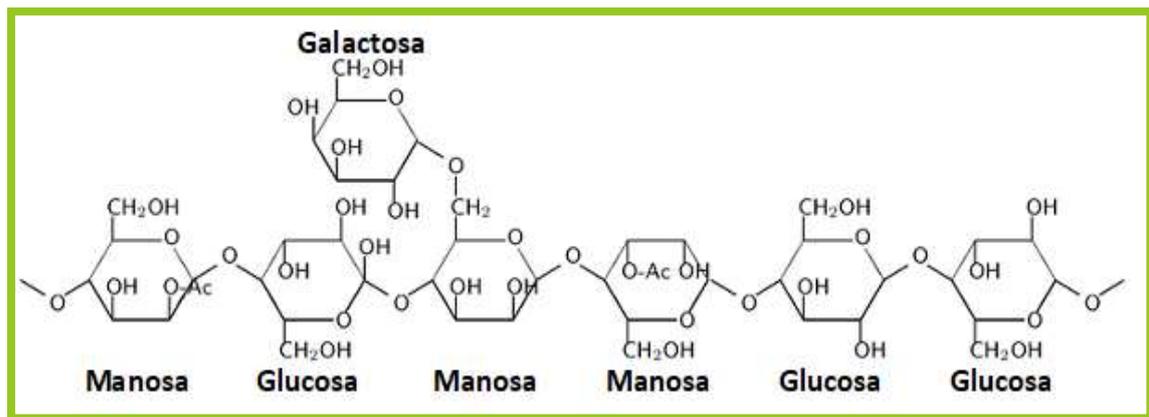


Figura 5: Estructura química general de Galactoglucomananos.

La mayoría de los mucílagos neutros reciben el nombre de gomas por su apariencia, a pesar de no ser productos patológicos. En la tabla 1, se muestra su método de obtención y otras características generales: (Kuklinski, 2000)

	Goma de algarrobo	Goma guar	Goma de tamarindo
Planta de origen	<i>Celatonia siliqua</i>	<i>Cyamopsis tetragonolobus</i>	<i>Tamarindus indica</i>
Obtención	Trituración del endospermo de las semillas.	Trituración del endospermo de las semillas.	Trituración del endospermo de las semillas
Comp. química	Galactomanas, estructuras formadas por galactosa y manosa en proporción 1:3,5	Galactomananas, esqueleto de manosas con galactosas unidas a uno de los extremos	Esqueleto de glucosas con ramificaciones de xilosas y galactosas
Uso terap.	En terapéutica se usa como espesante de bibetones para evitar vómitos y espesante en dietas acalóricas	Espesante en dietas acalóricas. Puede reducir los niveles de glucosa en sangre porque retrasa la absorción de azúcares a nivel del sistema digestivo.	Laxante, carminativo y digestivo
Uso indust.	Industrias alimentaria, textil, papelera, cosmética, etc.	Ídem, se usa más que la goma de algarrobo.	Ídem

Tabla 1: Esquema de las características generales de los mucílagos neutros.

Los mucílagos ácidos reciben esta denominación al encontrar dentro de su estructura, que en muchas ocasiones no se conoce totalmente, derivados ácidos de osas. Se clasifican según las familias botánicas a las que pertenecen las plantas que los producen: (Castillo y Martínez, 2007)

- a) Mucílagos de plantas pertenecientes a la familia Plantagináceas: *Plantago psyllium*, *Plantago ovata* Forssk., *P. major* L. y *P. lanceolata* L.. (Figura 6)(Bruneton, 2000)

La composición química de mucílagos de las especies de esta familia es bastante semejante, son ricos en D-galactosa y contienen cerca del 40% de ácidos urónicos.

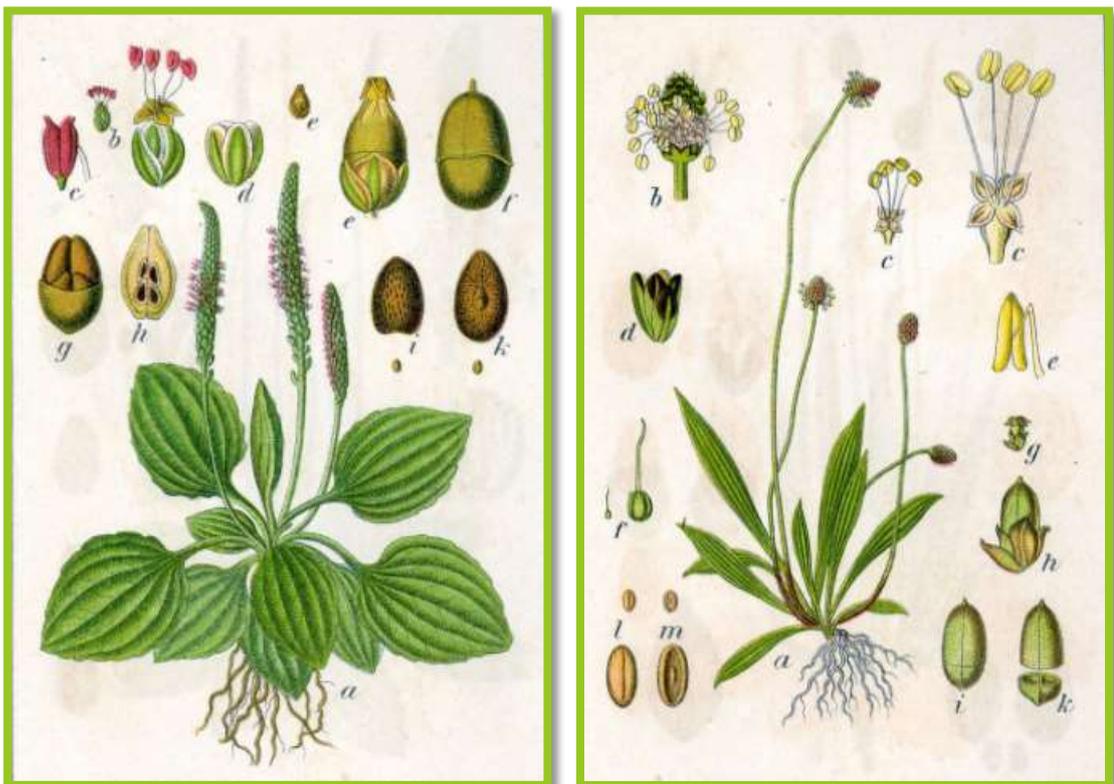


Figura 6: De izquierda a derecha: Lámina de *Plantago major* y *Plantago Lanceolata*. Tomada de Köhler's medicinal plants, 1887.

- b) Mucílagos de plantas pertenecientes la familia Malváceas: *Malva sylvestris* y *Althaea officinalis*. (Figura 7)

En el caso de los mucílagos en la Malva, estos se encuentran localizados en hojas y flores, mientras que en la Althea se hallan en todos sus órganos.(Bruneton, 2000)



Figura 7: De izquierda a derecha: Lámina de *Malva sylvestris* y *Althaea officinalis*. Tomada de Köhler's medicinal plants, 1887.

- c) Mucílagos de plantas pertenecientes a la familia Linaceae: *Linum usitatissimum* L.. (Figura 8)

Los mucílagos de esta especie se pueden fraccionar en una parte neutra, una arabinosilana muy ramificada, y una ácida, compuesta principalmente por L-ramnosa y D-galactosa. (Bruneton, 2000)



Figura 8: Lámina de *Linum usitatissimum*. Tomada de Köhler's medicinal plants, 1887.

A continuación, e la tabla 2, se esquematizan las principales especies productoras de los mucílagos ácidos: (Kuklinski, 2000)

Especies	<i>Plantago sp.</i>	<i>Linum usitatissimum</i>	<i>Althaea officinalis</i>	<i>Malva sylvestris</i>
Familia	Plantagináceas	Lináceas	Malváceas	Malváceas
Nombre vulgar	P. psyllium: zaragatona P. arenaria: llantén P. ovata: ispagula	Limo, linaza	Malvavisco	Malva
Droga	Las semillas	Las semillas	Sobre todo la raíz, también flores y hojas	La flor
Usos	Laxantes mecánicos, no irritantes	Laxante mecánico y emoliente	Emoliente, tratamiento de afecciones bucales, laxantes	Emoliente y antitusígeno, cistitis, protector mucosa gástrica

Tabla 2: Características principales de las especies productoras de mucílagos ácidos.

I.3 Funciones fisiológicas de los mucílagos en las plantas

- a) Depósitos de agua gracias a su capacidad de retención, evitando así la deshidratación y favoreciendo la germinación (al absorber agua forman una capa húmeda alrededor de la semilla que evita su deshidratación).
- b) Son reserva de energía al ser polisacáridos.
- c) Proteger la planta al proporcionar resistencia al daño mecánico.
- d) Algunas raíces utilizan los mucílagos para favorecer la introducción de las mismas en la tierra. Ej.: Consuelda mayor (*Symphytum officinale L.*).
Algunas plantas carnívoras, cómo la *Drosera rotundifolia*, los secretan como cebo para atrapar a sus presas.
(Rodríguez y Sandoval, 2003) (DerMarderosian y Beutler, 2014)

I.4 Propiedades físico-químicas de los mucílagos:

Estos compuestos, destacan por la capacidad que tienen de aumentar su volumen al entrar en contacto con un medio acuoso, algunos mucílagos cómo los obtenidos de la planta Konjac (*Amorphophallus konjac K. Koch.*), pueden absorber más de cien veces su peso en agua. (Gómez et al., 2017)

Esta capacidad de hincharse con el agua y formar soluciones viscosas y geles, es a la que deben la mayoría de sus aplicaciones en farmacia y medicina. Esto se debe a la alta concentración de grupos hidroxilos que se encuentran en el polisacárido, que se hidrata formando puentes de hidrógeno.

Dicha propiedad fisicoquímica, que le permite cambiar sus propiedades reológicas, es muy útil en situaciones donde se necesita espesamiento, estabilización, control reológico, suspensión, formación de cuerpo y retención de agua. (Manosroi et al., 2015)

Esta característica hidrocoloide es tan particular en los mucílagos que posee una medida propia, el Índice de Hinchamiento. Las drogas con mucílagos tienen recogido en la Farmacopea española su correspondiente Índice de Hinchamiento, que es usado como referencia para los controles de calidad. En la tabla 3, representamos los resultados del control de calidad que aparece en la Real Farmacopea Española (2015) para la especie *Xanthium spinosum* L., donde es indispensable la determinación de su índice de hinchamiento:

Parámetros	Porcentaje (%)
Humedad	7.78
Cenizas totales	18.31
Cenizas ácidas	5.97
Elementos extraños	0.584
Índice de hinchamiento	19.467 ml

I.5 Aislamiento y extracción:

Aunque depende del órgano de la planta, del momento de la recolección de la droga y del tipo de mucílago, podemos establecer el esquema de la Figura 9 como proceso general de la extracción. Normalmente siempre hay una alcalinización previa para proceder a una extracción acuosa, seguida de un tratamiento con alcohol de 80°.

(Choudhary y Pawar, 2014)(Prajapati y Jani et al., 2013)



Figura 9: Esquema de obtención de mucílagos

II. OBJETIVO

Hacer una amplia revisión bibliográfica sobre la importancia farmacológica e industrial de los mucílagos en los últimos años, y así actualizar los conocimientos que existen sobre los mismos. Para conseguir este objetivo general se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Concretar la definición vigente de los mucílagos.
- Justificar su uso en la medicina tradicional con evidencias científicas.
- Dar a conocer nuevos frentes de estudio basados en sus propiedades.
- Evaluar la importancia en Farmacia de este tipo de compuestos.

III. METODOLOGÍA

Para la elaboración de este trabajo la metodología se ha basado en una revisión bibliográfica de literatura científica, en la que se ha efectuado la búsqueda de artículos en diversas bases de datos, tales como: “Pubmed”, “Dialnet”, “Google Académico”, “Scopus” o “Medline” entre otras, utilizando para ello palabras clave en español o inglés, dependiendo de los requerimientos de las bases de datos, como: Mucílagos/Mucilages, Prebiotico/Prebiotics, Glucomanano/Glucomannan, Excipiente/Excipient, etc.

Por otro lado, parte de la bibliografía consultada han sido libros y manuales de fitoterapia, como el reconocido Bruneton J, Farmacognosia: Fitoterapia de plantas medicinales. Además, también se ha recopilado información de diferentes instituciones oficiales como son las del Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos (CGCOF), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Asociación Americana de la Diabetes y la Real Farmacopea Española (RFE).

De toda la información analizada, se seleccionaron aquellos artículos que mejor se adaptaban a los objetivos propuestos en este trabajo, dando prioridad a, los que ofrecían datos relevantes y lo más actualizados posible o aquellos que habían sido citados un mayor número de veces por otros investigadores.

Finalmente, para la elaboración de este trabajo la cantidad de documentos seleccionados han sido 62 artículos, 5 páginas web y 8 libros. Y su redacción está realizada siguiendo las normas establecidas, para un trabajo de revisión bibliográfica, por la Facultad de Farmacia de Sevilla, para el Grado de Farmacia en el curso 2017-2018.

IV. RESULTADOS

IV.1 Indicaciones terapéuticas actuales

El valor terapéutico de los mucílagos es amplio, y está estrechamente relacionado con la prevención y tratamiento de enfermedades del sistema gastrointestinal, respiratorio y cardiovascular, además de trastornos de la piel y mucosas. Estas fibras solubles son tradicionalmente utilizadas por vías oral o tópica, y sus beneficios se deben fundamentalmente a dos de sus propiedades fisiológicas: su capacidad de retención de agua y el poder ser fermentado por las bacterias intestinales. (Zurdo, 2018) (Ameri et al., 2015)

IV.1.1 *Propiedades fisiológicas de los mucílagos:*

1. Retención de agua: se debe a su elevada solubilidad, que le permite formar soluciones viscosas al entrar en contacto con el agua. Esto provoca a nivel gastrointestinal:
 - Un retraso del vaciamiento gástrico, que da lugar a sensación de saciedad.
 - Dificulta el contacto de algunos nutrientes con las enzimas digestivas, retrasando así la digestión y absorción de éstos.
 - Aumenta la masa del bolo fecal, que incrementa la motilidad intestinal, acortando el tiempo de tránsito intestinal. (Inas et al., 2009)

2. Fermentación intestinal: Dicha fermentación es de tipo sacarolítica, en la que se producen ácidos grasos de cadena corta. Esto contribuye al:
 - Aumento de la masa fecal por el aporte de masa celular bacteriana al bolo, lo que mejora el tránsito.
 - Uso de sustancias potencialmente tóxicas en el metabolismo bacteriano, disminuyendo así su concentración en el intestino. (Gemedede et al., 2015)

IV.1.2 *Transformaciones metabólicas de los mucílagos en el intestino:*

El proceso de fermentación se inicia por parte de la flora bacteriana del colon, en dicha transformación metabólica estos polisacáridos heterogéneos producen diversos compuestos, entre ellos ácidos grasos de cadena corta, como son el butirato, propionato y acetato, y algunos gases, como hidrógeno, dióxido de carbono y metano. (Figura 10) (Hamer et al., 2012)

De estos compuestos los más beneficiosos son los ácidos grasos de cadena corta, pues de su metabolismo se obtienen cuerpos cetónicos, dióxido de carbono y agua, que intervienen en la formación de la mucosa intestinal, la absorción de iones y la formación de bicarbonato. De ellos, el más importante es el butirato, pues es el principal sustrato energético usado por los colonocitos, por su parte, el acetato y propionato se absorben y pasan al hígado. El propionato, por la gluconeogénesis da

lugar a glucosa, y el acetato se metaboliza formando glutamina y cuerpos cetónicos que se dirigen al intestino delgado y son usados como sustrato energético. (García et al., 2002) (Inas et al., 2009)

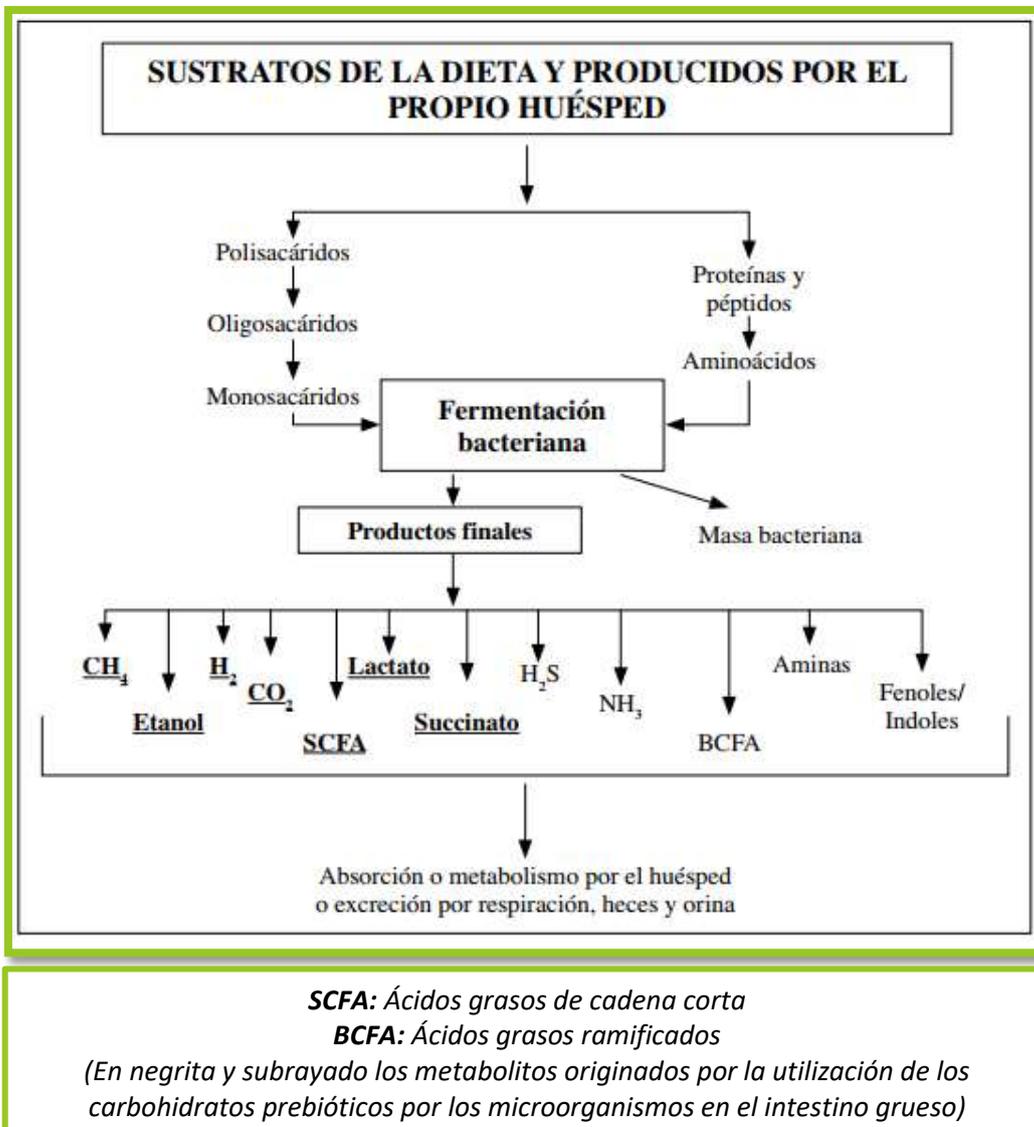


Figura 10: Esquema general de la fermentación por la microbiota colónica humana de proteínas y carbohidratos. (Escudero y González, 2006)

IV.1.3 Principales propiedades medicinales de los mucílagos:

1. Efecto hipocolesteromiante:

El mucílago es una fibra soluble especialmente recomendada en casos de colesterol alto y triglicéridos, gracias a su propiedad de absorber agua y formar un gel capaz de retener nutrientes en el intestino. (Corcino et al., 2015)

Los mecanismos conocidos, por los que esta fibra consigue disminuir los niveles de colesterol son los siguientes:

De forma directa, los mucílagos forman un gel en el intestino capaz de atrapar el colesterol de la dieta y el colesterol que contiene la bilis excretada para la digestión de los alimentos, de modo que se produce una disminución de su absorción, aumentando su excreción del tracto digestivo por las heces y, por tanto, interrumpiendo la circulación enterohepática de estos compuestos.

Y de forma indirecta, el efecto es producido por el secuestro de las sales biliares, pues para sintetizar de nuevo estos compuestos se usa el colesterol hepático disponible, disminuyendo así la cantidad de colesterol almacenado en el hígado. Conjuntamente, la reducción de la concentración de colesterol hepático incrementa el número de receptores de LDLc, que captan colesterol de las partículas de LDL del torrente circulatorio, disminuyendo así su concentración en sangre. (Huanca et al., 2017)

Además, el propionato resultante de la fermentación bacteriana de los mucílagos también tiene efecto hipocolesteromiante, pues al absorberse llega al hígado, donde reduce la síntesis hepática de colesterol al inhibir la enzima hidroximetilglutaril-CoA (HMG-CoA). (Berstein et al., 2013)

Todos estos mecanismos acaban interrumpiendo en algún punto la ruta metabólica del colesterol, que se encuentra resumida en la Figura 11.

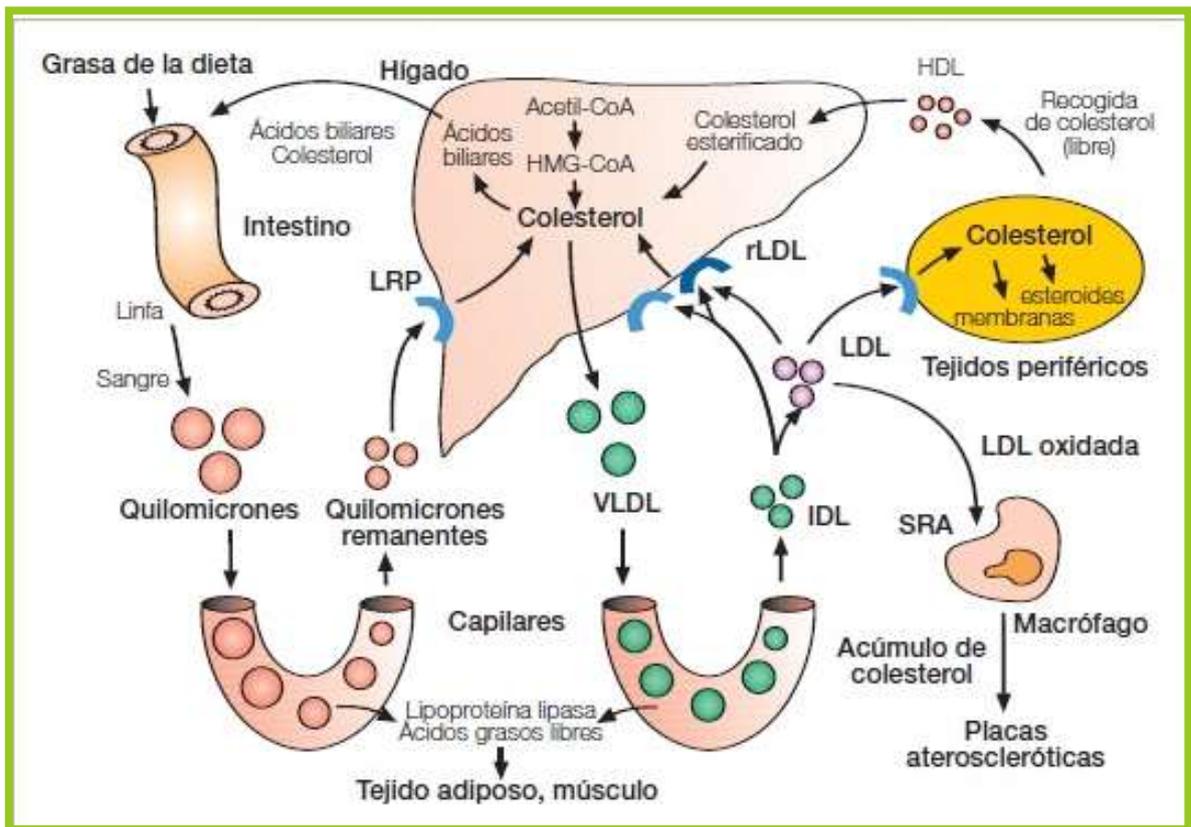


Figura 11: Ruta metabólica del colesterol

2. Efecto hipoglucémico:

Otra propiedad de los mucílagos, que se debe principalmente a la viscosidad que alcanza en contacto con el agua, es la de estabilizar los niveles de glucosa en sangre.

El mecanismo de acción de estos hidrocoloides vegetales para reducir la glucemia postprandial se debe especialmente, al retraso del vaciado gástrico y la hidrólisis de los polisacáridos en la porción alta del intestino delgado, consiguiendo así alargar su digestión y reducir por tanto la velocidad de difusión de los monosacáridos. Como resultado, los alimentos ingeridos sufren un proceso de absorción más largo, aumentando en el tiempo la liberación de la glucosa al torrente sanguíneo. Por lo tanto, se reduce el pico de glucosa en la glucemia postprandial y se consiguen unos niveles más estabilizados, como se representa en la Figura 12. (Carreño et al., 2017)

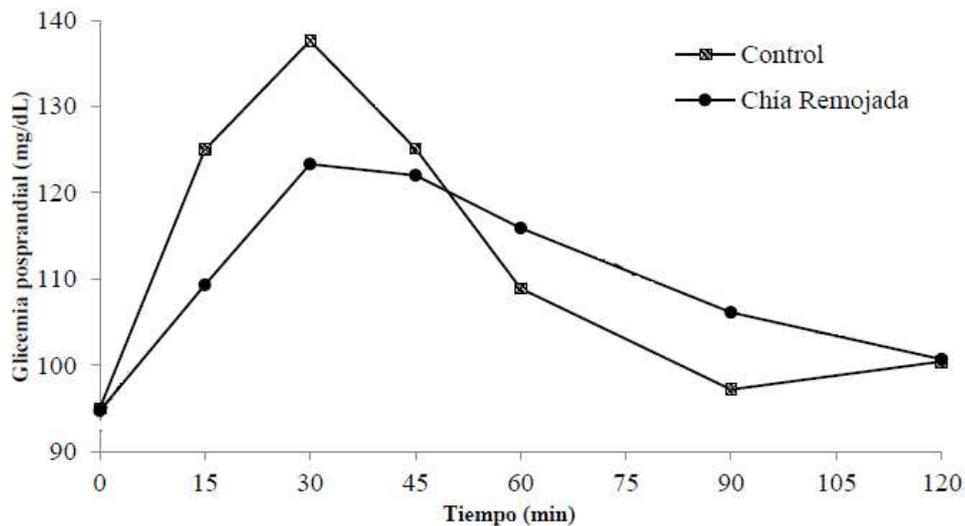


Figura 12: Representación de la regulación de la glicemia post prandial tras la administración del mucílago de Chía.

Otro mecanismo es la disminución de la velocidad de absorción de la glucosa al encontrarse secuestrada en el interior del gel formado por el mucílago, pues dificulta su contacto con el epitelio intestinal.

Por otra parte, la propiedad de la fibra para ser fermentada también trae consigo efectos beneficiosos en la regulación de la glucemia, pues la producción de acetato y propionato interfieren en el metabolismo de la glucosa, disminuyendo la glucemia postprandial y la respuesta insulínica. Además, el butirato disminuye la producción de $TNF\alpha$, lo cual, podría reducir la resistencia periférica de la insulina en caso de diabetes. (Bhupathiraju et al., 2014)

La Asociación Americana de Diabetes (ADA) sigue recomendando un consumo de fibra soluble entre 20-35 g/día para mantener un mejor control glucémico e insulínico. (Escudero y González, 2006)

El hecho de que los mucílagos retrasen la digestión y absorción de ciertos nutrientes tiene efectos beneficiosos en el control glucémico de la diabetes, pues conlleva a una mejor utilización de la insulina endógena, disminuyendo la hiperglucemia y la insulinemia posprandial. (Everad y Cani, 2013)

3. Efecto demulcente o emoliente:

Un demulcente es una sustancia viscosa que realiza una acción protectora local, ablandando, suavizando y desinflamando los tejidos o mucosas del cuerpo. (Sarawathy et al., 2014) Se considera que los mucílagos tienen esta capacidad, por su propiedad de retener agua y por su facilidad por adherirse a las mucosas, por lo que su uso resulta adecuado para:

- Tratamiento de las irritaciones del aparato digestivo:
Pues protegen y lubrican la capa mucosa del tubo digestivo al completo, desde la boca hasta el ano. Actúan de forma local, ya que no son absorbidos y no pasan al sistema circulatorio. Su acción es tanto para la irritación mecánica, como para la química, producida por los jugos digestivos y por las fermentaciones intestinales. Son muy útiles en casos de patologías inflamatorias como, esofagitis, gastritis, úlcera gastroduodenal, gastroenteritis, colitis, proctitis, fisuras anales y hemorroides. (Mitra y Mukherjee, 2010)
- Remedios para la tos:
Los mucílagos tienen un efecto antitusígeno y antiinflamatorio de las mucosas respiratorias gracias a su capacidad emoliente, que al recubrirlas las protege, suaviza y reblandece, además, atenúan los espasmos y favorecen la irrigación. De forma que ayuda a expulsar la flema que congestiona el aparato respiratorio, alivia el dolor de garganta y pecho, y disminuye la dificultad para respirar. Su uso está recomendado en casos de tos seca, resfriados, alergias, asma, bronquitis, rinofaringitis, etc. (López y Alexandra, 2016)
- Lesiones en la piel:
Al ser capaces de retener agua y mantenerse adheridos a la piel, los mucílagos mantienen una adecuada hidratación de la zona afectada formando una barrera protectora sobre ella. Su uso en lesiones tópicas se extiende desde la protección de una pequeña herida abierta, pasando por una piel seca, hasta quemaduras, eccemas o psoriasis. (Liu et al., 2010)

4. Efecto Laxante:

El estreñimiento se produce por la retención de materia fecal en el intestino, compuesto normalmente, por heces con una consistencia demasiado dura, lo que dificulta su expulsión. (Fattorusso y Ritter, 2001)

La ingestión de mucílagos es sumamente efectiva contra el estreñimiento, pues al absorber agua en el intestino e hincharse provocan el aumento del contenido intestinal, que da lugar a la distensión de la pared y a la estimulación del peristaltismo. Además, al rodear las heces y ponerlas en contacto con el agua que mantienen retenida consiguen reblandecerlas, actuando así como lubricante y facilitando su evacuación a través de la defecación. (Verma y Mogra, 2015)

Por su mecanismo están clasificados dentro de los laxantes mecánicos, y son los más recomendados cuando el estreñimiento va acompañado por dolor al realizar el esfuerzo de defecación, como en hemorroides o fisura anal. Pero para que actúe correctamente, el mucílago debe ser ingerido con gran cantidad de agua, en caso contrario, por su capacidad higroscópica absorbería el agua que se encuentra en el aparato digestivo, resecaando el contenido intestinal y agravando el problema de estreñimiento. (Mangaiyarkarasi et al., 2015)

Esta propiedad higroscópica permite a los mucílagos actuar también en caso de diarrea, pues pueden absorber el exceso de agua que se encuentra en el intestino, ayudando también así a regular el tránsito intestinal. (Palombo, 2006)

5. Eliminación de toxinas :

La ingestión de los mucílagos contribuye a regular el tránsito intestinal, favoreciendo así la expulsión de diferentes residuos fecales y sustancias tóxicas que se van acumulando. Estos residuos tienden a aumentar los riesgos de padecer cáncer de colon, de ahí la importancia de su eliminación. (Cabrera y Cárdenas, 2006)

El consumo de estas fibras solubles ayuda a que estos residuos abandonen más rápido el organismo, evitando así su acumulación. Además, al secuestrar estas sustancias dentro de su estructura de gel, disminuye su exposición en el intestino y por lo tanto reduce el riesgo de los daños que éstos podrían provocar. (Caceda, 2017)

6. Control de peso

Estudios recientes han demostrado que los mucílagos pueden ayudar a regular el apetito a través de sus dos propiedades fisiológicas principales: su capacidad de retención de agua y el ser fermentado por las bacterias intestinales. (Zurzo, 2018)

La propiedad de estas fibras solubles para aumentar la sensación de saciedad al aumentar su tamaño en el estómago, era ya ampliamente conocida. Además, en un reciente ensayo clínico (Tucker y Tomas, 2015) se ha podido determinar que los ácidos grasos de cadena corta producidos en la fermentación de los mucílagos estimulan la producción, en las células colónicas, de péptidos enteroendocrinos (GLP-1 y PYY) que provocan saciedad, reduciendo así la ingesta energética ayudando a prevenir la ganancia de peso. (Chambers et al., 2015)

7. Principales plantas con mucílagos de interés medicinal

Los mucílagos por su capacidad de gelificación y fermentación realizan, en mayor o menor medida, todas las propiedades farmacológicas detalladas en el apartado IV.1.3, que resumimos en la tabla 4. Pero, dependiendo de la planta de la que procedan, cada mucílago tiene una estructura particular que puede potenciar algún efecto farmacológico en concreto. Por ello, en la tabla 5 describimos las principales plantas con mucílagos utilizadas en la terapéutica tradicional. (DTCGCOF, 2008) (Ameri et al., 2015) (Floro et al., 2015)

LAXANTE	Al entrar en contacto con el agua, el mucílago da lugar a un gel voluminoso y viscoso que aumenta el volumen de las heces, que además permanecen blandas, promueve el peristaltismo y produce un efecto laxante mecánico. El efecto laxante se manifiesta después de las 24 horas de su administración.
SACIANTE	Los mucílagos tienen una gran capacidad para captar el agua de los jugos gastrointestinales, aumentando de tamaño y produciendo un efecto saciante, que impide la ingestión de más alimento.
ANTIDIARREICO	Los mucílagos actúan como reguladores del peristaltismo intestinal. En caso de diarrea, pueden absorber el exceso de agua del intestino gracias a su gran poder higroscópico.
HIPOCOLESTEROMIANTE	Los mucílagos disminuyen la absorción del colesterol oral al aumentar la viscosidad del bolo y la eliminación fecal de colesterol y ácidos biliares.
HIPOGLUCEMIANTE	Los mucílagos podrían aumentar la viscosidad del bolo, disminuyendo la acción de enzimas digestivas y reteniendo la glucosa, por lo que podrían disminuir la absorción de la misma.
DEMULCENTE	Los mucílagos ejercen un efecto protector e hidratante sobre las mucosas y la piel debido a su capacidad para absorber agua. Aplicaciones: <ul style="list-style-type: none">- Antitusivos: calman y hidratan la mucosa respiratoria, inhibiendo la tos.- Irritaciones del tracto gastrointestinal: forman una capa protectora sobre la mucosa gástrica, evitando el ataque de la gastrina y del ácido clorhídrico.- Emoliente dermatológico: favorecen la hidratación de la piel.

Tabla 4: Resumen de las propiedades fisiológicas de los mucílagos.

NOMBRE	COMPOSICION QUIMICA	ACCION FARMACOLOGICA	EMPLEO TERAPEUTICO
<p>GLUCOMANANO DE KONJAC (<i>Amorphophalus konjac</i>)</p> <p>Druga: Rizomas</p>	<p>GLÚCIDOS: Mucilagos, entre los que destaca la glucomanana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Saciante - Laxante - Antidiarreico - Hipocolesteremiante - Hipoglucemiante 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento coadyuvante del sobrepeso, siempre asociado a dieta hipocalórica y ejercicio. - Estreñimiento.
<p>GOMA GUAR (<i>Cyamopsis tetragonolobus</i>)</p> <p>Druga: Albumen de las semillas</p>	<p>GLÚCIDOS: Mucilagos (85%), fundamentalmente galactomananas. Lípidos, Proteínas (2,5%) y Saponinas (0,1%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hipoglucemiante - Hipocolesteremiante - Saciante 	<ul style="list-style-type: none"> - Regulador del tránsito intestinal. - Coadyuvante en los regímenes de adelgazamiento.
<p>ALTEA (<i>Althaea officinalis</i>)</p> <p>Druga: Raíces, hojas y flores.</p>	<p>GLÚCIDOS: Mucilagos (6-25%) arabinogalactanos, arabanos, glucanos o galacturonorrananos Almidón (25-30%) y pectinas. Flavonoides, Ácidos fenólicos, Cumarinas, Taninos, Sales minerales y Trazas aceite esencial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Antitusive - Laxante - Antidiarreico - Demulcente - Emoliente dermatológico 	<ul style="list-style-type: none"> - Afecciones del tracto respiratorio superior e inferior, como tos seca o bronquitis - Anti úlcera péptica
<p>MALVA (<i>Malva sylvestris</i>)</p> <p>Druga: Flores y hojas.</p>	<p>La hoja contiene: GLÚCIDOS: Mucilagos (6-8%), como galacturonorrananos y arabinogalactanos. Flavonoides y Taninos Las flores contienen: GLÚCIDOS: Mucilagos (10-20%), como galacturonorrananos y arabinogalactanos. Antocianos y Malvidina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Antitusive - Laxante - Antidiarreico - Emoliente dermatológico 	<ul style="list-style-type: none"> - Tos seca, bronquitis, resfriado común. - Estomatitis, faringitis. En forma de gargarismos. - Conjuntivitis, lesiones cutáneas, quemazón cutánea, úlcera cutánea. Por vía tópica.

Tabla 5: Principales plantas con mucilagos utilizadas en la terapéutica tradicional.

8. Prebióticos potenciales

En apartados anteriores ya se ha explicado los efectos beneficiosos más conocidos de los mucílagos. Además, se continúan haciendo estudios sobre otras posibles acciones a nivel intestinal relacionado con su potencial prebiótico al ser una fibra soluble (Figura 13). Este interés se debe probablemente, a la gran incidencia de patologías relacionadas con la función gastrointestinal, y a la búsqueda de nuevos tratamientos en los que entra en juego la relación entre la dieta y la salud. De hecho, hay una gran lista de patologías que están vinculadas a la alteración de esta microbiota intestinal, incluida la encefalopatía hepática, diarrea, diabetes, obesidad o cáncer de colon, donde la ingesta de prebióticos se considera una buena opción para su mejoría. (Guarner et al., 2011)

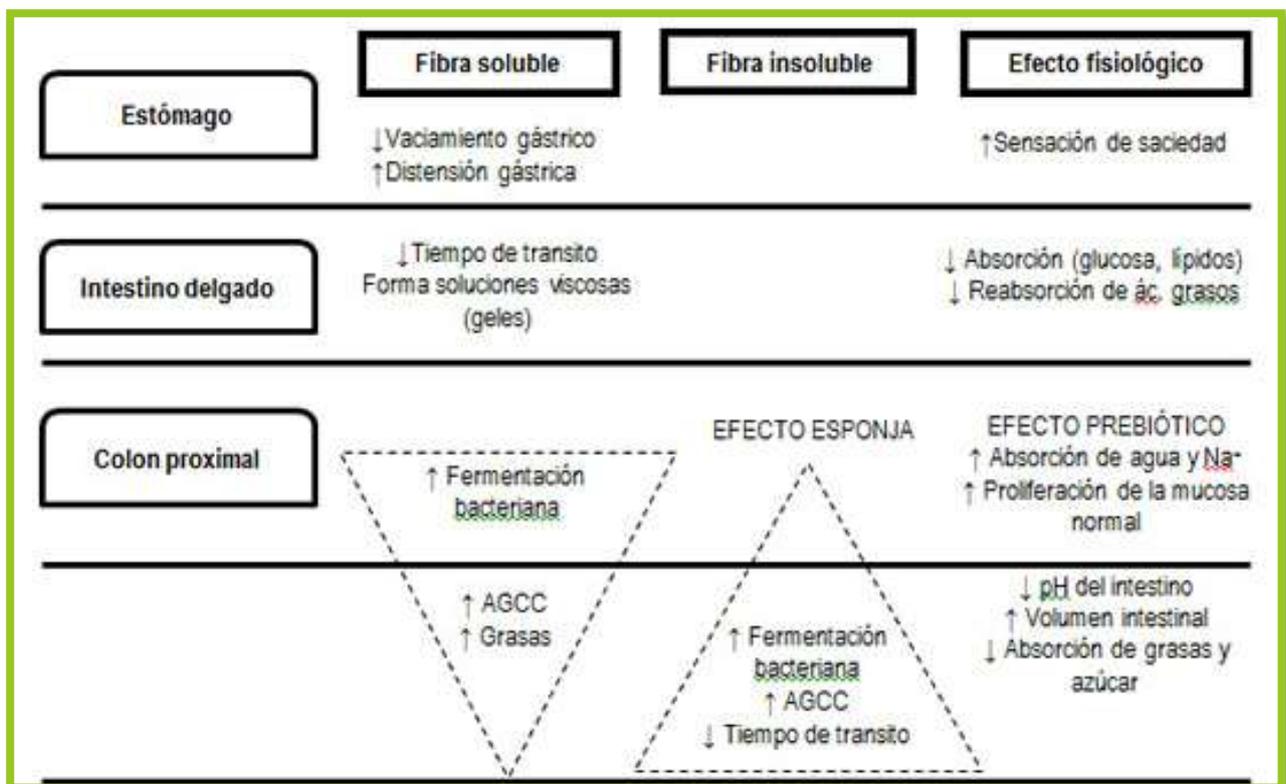


Figura 13: Efectos fisiológicos de la fibra dietética durante la digestión. (Guarner et al., 2011)

Los prebióticos son según Roberfroid et al., 2010: “ingredientes alimentarios no digeribles (oligosacáridos) fermentados selectivamente que dan lugar a cambios específicos en la composición y/o actividad de la microbiota gastrointestinal, confiriendo así beneficios a la salud del huésped”.

Hasta ahora solo unos pocos carbohidratos no digeribles cumplen plenamente esta definición, los más conocidos y empleados hasta el momento son los mostrados en la Figura 14, entre los que destacan la inulina, fructooligosacáridos, lactulosa, galactooligosacáridos y el oligosacárido de la leche humana. Sin embargo, múltiples estudios están demostrando que algunos mucílagos y sus derivados también podrían

desempeñar este papel como prebióticos. Pero antes, deben cumplir con varios requisitos: (Mueller et al., 2016) (Corzo et al., 2015)

- (i) No pueden ser hidrolizados o absorbidos en el tracto gastrointestinal superior.
- (ii) Tienen que estimular el crecimiento selectivo de determinadas bacterias beneficiosas, principalmente, bifidobacterias y lactobacilos.
- (iii) Deben inducir beneficios fisiológicos como la producción de energía, metabolitos o micronutrientes utilizados por el huésped.

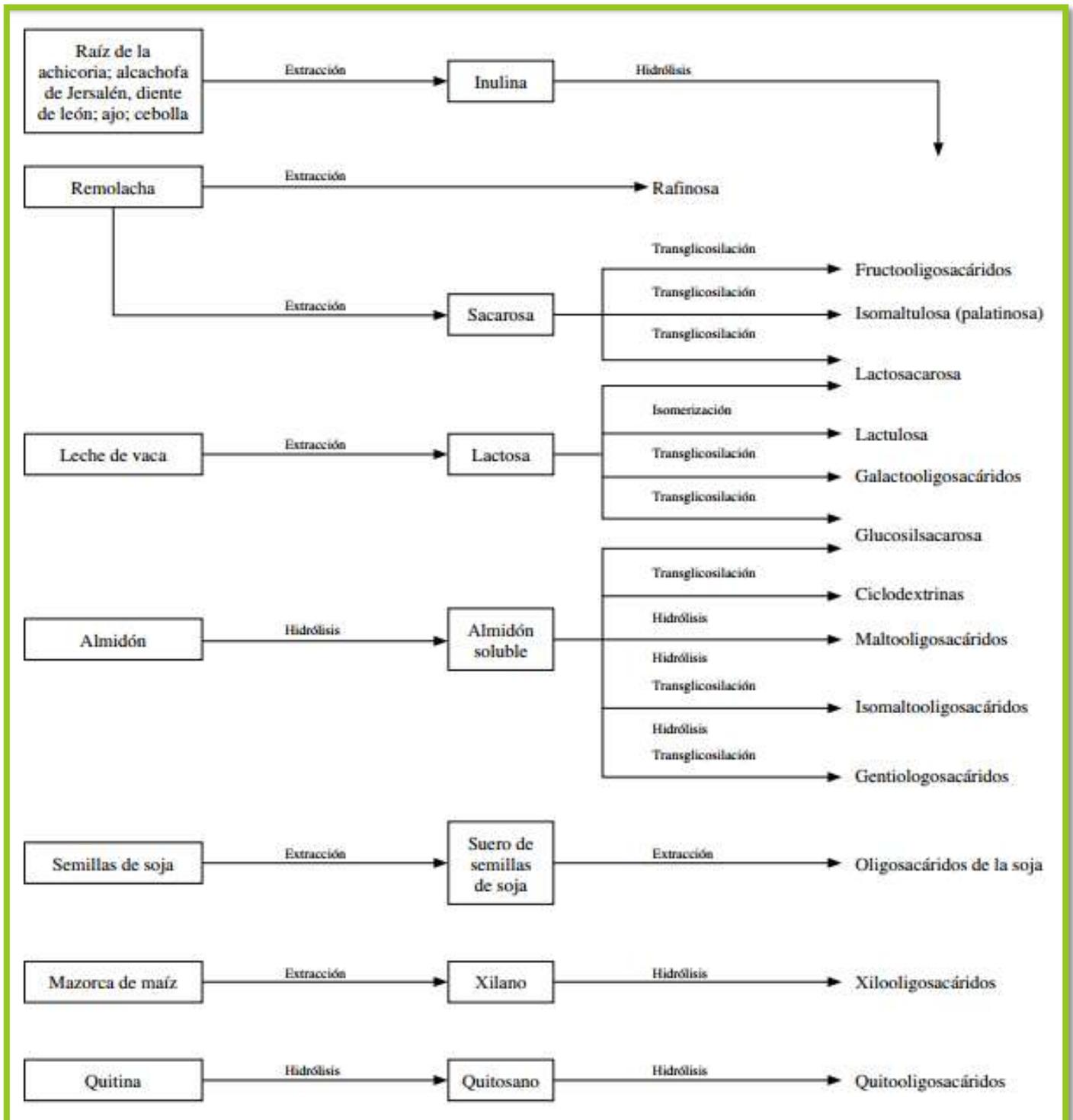


Figura 14:Fuentes y procedimientos de obtención de los carbohidratos no digeribles considerados prebióticos.(Corzo et al., 2015)

– *Principales mucílagos con potencial prebiótico:*

Glucomanano de la harina de Konjac (*Amorphophallus konjac* K. Koch.):

Es un polisacárido constituido por una cadena principal compuesta por D-glucosa y D-manosa unidas en β (1-4) en proporción 1:1, y con pequeñas ramificaciones de D-manosa o de D-glucosa unidas β (1-3). Además, contiene grupos acetilo aleatoriamente distribuidos en la posición C-6 de las unidades monosacáridicas. (Zhang et al., 2014).

Este glucomanano y sus derivados hidrolizados, han demostrado ampliamente desempeñar los tres requisitos necesarios para cumplir con la definición de prebióticos al promover un significativo crecimiento de Bifidobacterias y Lactobacilos e inhibir la proliferación de bacterias patológicas como *Shigella*, *S. aureu*, *Salmonelle* y *E. coli* en estudios elaborados por Pangsri et al. 2015, y Rivas et al., 2012. Además, según los estudios realizados por Al-Ghazzewi et al. 2015, y Chiu y Stewart, 2012, los ácidos grasos de cadena corta procedentes de su fermentación, ayudaron a mantener las condiciones de pH bajo, protegieron contra los cambios patológicos en la microbiota y sirvieron de fuente de carbono para los colonocitos.

Galactomanano de la Goma Guar (*Cyamosopsis tetragonolobus* L.):

Su estructura consiste en una cadena principal de D-manosas unidas β (1-4) con ramificaciones, de una única unidad, de D-galactosa en α (1-6). Las proporciones moleculares de D-galactosa y D-manosa se encuentran entre 1:1,4 y 1:2. (Mudgil et al., 2014)

En los estudios realizados al galactomanano de la Goma Guar por Niv et al., 2016 se obtuvo una producción favorable de ácidos grasos de cadena corta, comparables a los producidos por la inulina. Sin embargo, su administración no afectó directamente al incremento de población de bacterias beneficiosas, ni provocó la inhibición de bacterias patógenas, característica necesaria para clasificar a un compuesto como prebiótico.

A pesar de no encontrarse todavía datos que demuestren su acción directa sobre la población de la microbiota intestinal, siguen realizándose investigaciones basadas en la idea de que la actividad prebiótica está relacionada con la cantidad de residuos terminales de D-galactosa. Además, también se pretende averiguar su mecanismo antiinflamatorio sobre la mucosa intestinal, pues se consideran hechos relacionados. Hasta el momento, se cree que su efecto sobre la irritación de la mucosa se debe a una reducción del factor TNF- α , cuya aparición puede deberse a endotoxinas producidas por bacterias patógenas. (Mudgil et al., 2018)

Galactoglucomananos de las semillas de la planta de Chan (*Hyptis suaveolens*(L.) Poit.):

El mucílago de semillas de *H. suaveolens* contiene polisacáridos ácidos y neutros en una proporción de 1:1. La composición del polisacárido ácido es de fucosa, xilosa y ácido 4-O-metilglucurónico, y la fracción neutra está compuesta de residuos D-Gal, D-Glc y D-Man en una relación de 3:2:1. Esta parte se divide un 30% en galactoglucano y un 70% en galactoglucomanano.(Praznik et al., 2017)

El galactoglucomanano es el compuesto que presenta mayor actividad prebiótica, que está relacionada con un alto nivel de residuos terminales de D-Galactosa unidos en β a las cadenas laterales de la molécula. Pues los enlaces β de estas unidades de D-galactosa terminales son fácilmente fermentables por varias cepas de Bifidobacteria y Lactobacilos, pudiendo así usarlas como fuente de carbono, y ser las principales responsables de la estimulación de estas bacterias probióticas. (Mueller et al., 2017)

Glucomananos del Aloe (*Aloe vera* (L.) Burm.F).

El glucomanano del Aloe vera es conocido como Acemanano, que consta de una cadena principal de residuos de β (1-4)-D-manosa acetilados en las posiciones C-2 y C-3 y contiene algunas cadenas laterales de galactosa y arabinosa unidos al carbono C-6. (Domínguez et al., 2012)

Gullón et al., 2015, evaluó la actividad prebiótica del mucílago de Aloe vera cuantificando los ácidos grasos de cadena corta y la población bacteriana dinámica hallada en cultivos fecal de donantes sanos. Los resultados obtenidos apoyaban la posible incorporación del acemanano como prebióticos, pero el Aloe vera consta de otro compuesto, el fructano, que tiene mayor poder prebiótico que este glucomanano, igualándose con la inulina.

Por lo tanto, a pesar de tener ambos polisacáridos potencial efecto prebiótico, el mucílago del Aloe vera no es extraído de manera aislada con el fin de realizar esta acción. (Quezada et al., 2017)

Polisacáridos ácidos de la Zaragatona (*Plantago psyllium* L.):

El tegumento de las semillas de *P. psyllium* contienen mucílagos ácidos formados fundamentalmente por xilosa, ácido galacturónico, arabinosa y ramnosa.

Yadav et al., 2016, realizó un estudio en ratas wistar durante 60 días, durante los cuales observó los efectos producidos por el mucílago de *P. psyllium* y su derivado parcialmente hidrolizado. Durante este periodo de tiempo, ambos compuestos produjeron el mismo efecto hipocolesteromiente, dando lugar a una disminución significativa del colesterol total (16.2%) y de LDL (53%), junto con un aumento de HDL (25.49%).

Además, la concentración de ácidos grasos de cadena corta y el recuento de lactobacilos en la materia fecal del grupo de ratas con el compuesto parcialmente hidrolizado habían aumentado en comparación con el grupo de ratas a las que se les administró el mucílago sin modificar.

Este estudio dio lugar a un aumento de la funcionalidad del mucílago de *P. psyllium*, mostrando que tras la modificación retuvo su propiedad hipocolesterolémica, además de aumentar su efecto prebiótico.

– *Efectos fisiológicos de los prebióticos sobre el organismo:*

Algunas investigaciones plantean que los prebióticos, por su capacidad para regular la microbiota intestinal, puedan realizar efectos fisiológicos beneficiosos no solo en el colon, donde se produce su fermentación, sino también a nivel sistémico. (Corzo et al., 2015)

A nivel local, es decir, en el colon, los prebióticos estimulan la proliferación de bacterias beneficiosas como las Bifidobacterias y Lactobacilos. Estas bacterias producen ácidos grasos de cadena corta, que dan lugar a un descenso del pH, controlando así el crecimiento de ciertas bacterias como *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Clostridium spp*, *Escherichia coli* y *Shigella spp*, que generan efectos perjudiciales.

En la figura 15 se muestra un esquema de los efectos beneficiosos que producen en concreto los mananos de Konjac como prebiótico, entre ellos se observa la regulación del tránsito intestinal, el aumento del volumen del bolo fecal y el uso de los ácidos grasos de cadena corta por parte de las células epiteliales del colon. (Tester y Al-Ghazzewi, 2016)

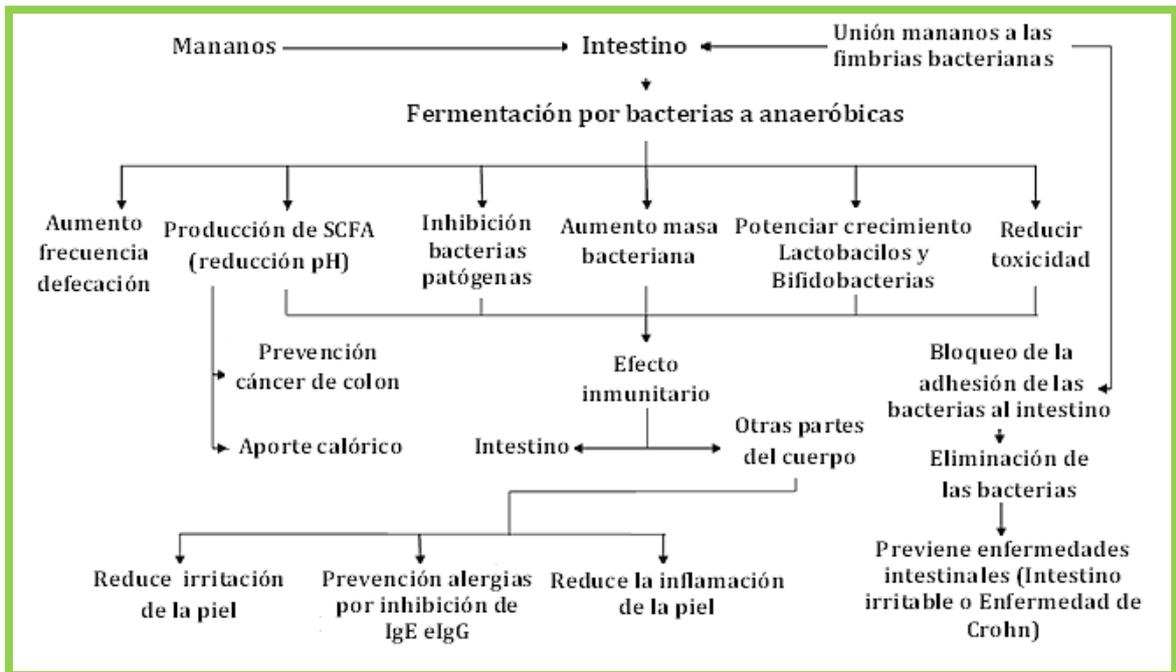


Figura 15: Resumen efectos beneficiosos de los Mananos.

También, existen estudios que afirman que la ingesta regular de prebióticos podría reducir el riesgo de padecer ciertas patologías: (Olveira y Gonzalez-Moreno, 2016)

- Síndrome de intestino irritable: En el caso de esta enfermedad, en el intestino se observa una reducción de la microbiota beneficiosa (Lactobacilos y Bifidobacterias) combinada con un incremento de bacterias perjudiciales, que deterioran la mucosa protectora del intestino.
Con la administración de prebióticos se podría ayudar a mantener un equilibrio adecuado en la flora intestinal, reduciendo así este factor de riesgo.
Para el tratamiento de la enfermedad ya no estarían recomendados, pues al fermentarse, además de ácidos grasos de cadena corta también producen gases, que podrían exacerbar la enfermedad. (Aziz et al., 2013)
- Enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa: En estas patologías existe una inflamación de la pared intestinal, además de niveles reducidos de microorganismos beneficiosos y un incremento de bacterias con efectos potencialmente perjudiciales, que dan lugar a alteraciones de la respuesta inmune de los pacientes.
En el caso de la prevención, la ingesta de prebióticos produciría la proliferación de Bifidobacterias y Lactobacilos, que impedirían el crecimiento de bacterias patógenas, y al producir un descenso en los niveles de marcadores inflamatorios, actuarían como coadyuvante del tratamiento al ayudar a reducir la inflamación de la mucosa intestinal. (Gómez et al., 2017)
- Diarrea post-tratamiento antibióticos: Los antibióticos pueden producir un desequilibrio en la microbiota intestinal.
Diferentes estudios prueban la capacidad de los prebióticos para favorecer el crecimiento de las bacterias intestinales con efectos potencialmente beneficiosos, restaurando así la flora intestinal. (Aziz et al., 2013)
- Cáncer: Se ha descrito, que las bacterias patógenas pueden interactuar en el desarrollo de un tumor, ya que pueden producir compuestos carcinogénicos a través de enzimas como las nitrorreductasas, que reducen sustratos nitrogenados a aminas, u originando amoniaco a partir de las proteínas y la urea, dando lugar a productos más tóxicos que los originales.
Según los investigadores, la posible protección que ofrecen los prebióticos frente al cáncer de colon se debe, a su mínima producción de enzimas perjudiciales y tras su fermentación, a la formación de ácidos grasos de cadena corta, como el butirato y el propionato. El butirato destaca al estar implicado en los mecanismos que controlan la apoptosis, la división y la proliferación celular, y el propionato puede jugar un papel importante por sus propiedades antiinflamatorias.(Gómez et al., 2017)(Tester y Al-Ghazzewi, 2016)(Zhang et al., 2016)

- Reducción de alergias: Diversos estudios (Tester y Al-Ghazzewi, 2013) han relacionado el mal funcionamiento de la microbiota colónica y el desarrollo de alergias, especialmente en el eczema y la alergia a alimentos. Se ha comprobado que pacientes con este tipo de alergias presentan una flora intestinal con menores niveles de Lactobacilos y Bifidobacterias. Por ello la ingesta de prebióticos, en concreto del glucomanano de konjac, podría disminuir el desarrollo de estas patologías, pues se ha demostrado, que evita el desarrollo de síntomas similares a la rinitis alérgica y disminuye los niveles plasmáticos de inmunoglobulina E (IgE) y G (IgG). (Zhang et al., 2016)

- Osteoporosis: La fermentación de los prebióticos favorece la absorción pasiva del calcio por su efecto osmótico, al aumentar el agua en el colon y por disminuir el pH luminal, mejorando así su biodisponibilidad. El aumento de la absorción del calcio fortalece los huesos y retarda la osteoporosis, por lo tanto se recomienda la ingesta de prebióticos en periodos de crecimiento, mujeres con menopausia y personas mayores. (Ctaselao et al., 2011) (Slavin, 2013)

- Encefalopatía portal sistémica: Es provocada por un aumento de los niveles de amoníaco y neurotoxinas en sangre, generados por bacterias gastrointestinales tras la hidrólisis de las proteínas de la dieta. Los prebióticos restablecen la flora intestinal, inhibiendo el crecimiento de las bacterias productoras de amoníaco. (Gómez et al., 2017)

Esta acción prebiótica también forma parte de las propiedades farmacológicas de los mucílagos desarrolladas en el apartado IV.1.3., como son la reducción de los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos, y la regulación del tránsito intestinal.

Además, se ha descubierto que podrían tener un efecto protector frente a infecciones intestinales al bloquear la adhesión de microorganismos patógenos o algunas toxinas a la mucosa. Más concretamente, se ha informado de la capacidad que tiene la manosa para actuar como sustrato de unión de los receptores del tracto gastrointestinal, a los que se unen algunas bacterias patógenas como *E. coli*, *Helicobacter jejuni*, y algunas especies de *Salmonella* y cepas de *Shigella*, impidiendo que se unan al intestino. (Sharon, 2006)

El proceso se basa, como se observa en la figura 16, en el reconocimiento que se establece entre las fimbrias microbianas y los glicoconjugados de las células intestinales. (Tester y Al-Ghazzewi)

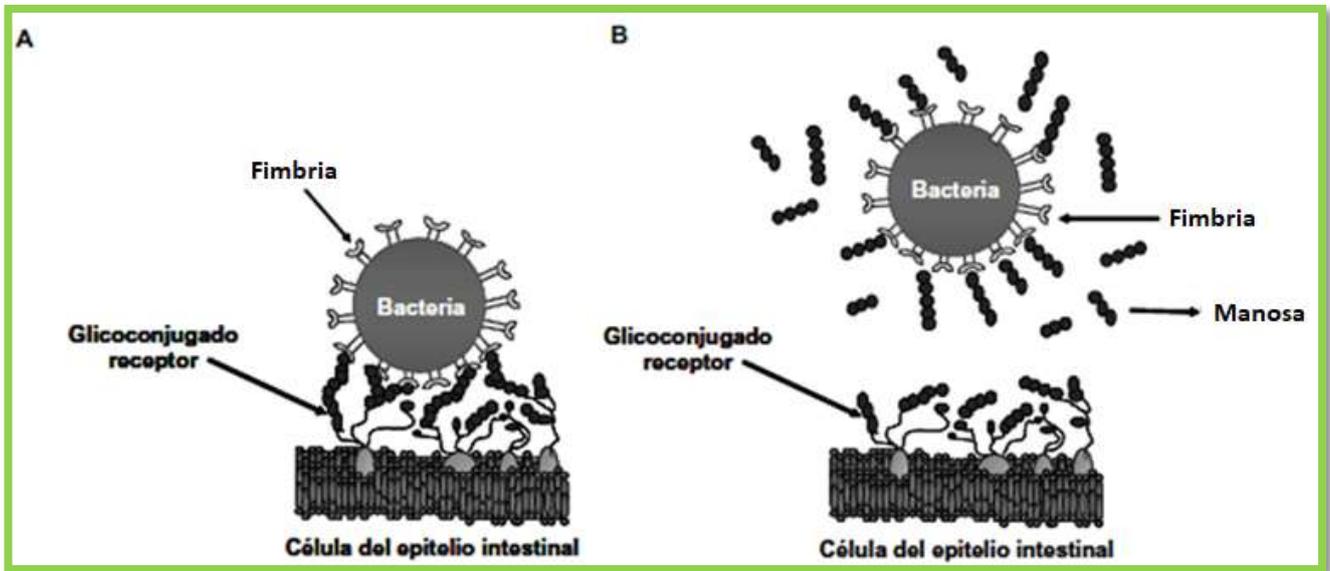


Figura 16: A) Las fimbrias bacterianas reconocen a los receptores oligosacáridos en las células del epitelio intestinal. B). Inhibición de las fimbrias bacterianas por unión de la manosa, impidiendo la adhesión a las células del epitelio intestinal.

IV.2 Mucílagos en la industria farmacéutica

IV.2.1 Importancia actual

En la actualidad, los mucílagos son ampliamente usados como coadyuvantes convencionales de múltiples preparaciones farmacéuticas, compitiendo con polisacáridos sintéticos al ser, generalmente, químicamente inertes, menos tóxicos, biodegradables y menos costoso (Tabla 6). Al poder actuar como sustancias inactivas química y farmacológicamente, tienen buenas características para vehicular fármacos y conseguir medicamentos estables y fácilmente administrables. (Choudhary y Pawar, 2014)

Estos polisacáridos naturales tienen un amplio rango de biocompatibilidad con fármacos y otros materiales, y una fácil disponibilidad, lo que los convierte en materiales prometedores en el uso de sistemas de administración de fármacos. Sin embargo, tienen ciertos inconvenientes, recogidos en la Tabla 7, pero una vez superados estos problemas (Tabla 8), pasan a ser una buena opción para sustituir los excipientes sintéticos actuales de liberación controlada disponibles en el mercado. (Girish et al., 2009)

BIODEGRADABLE	Son polímeros producidos y fácilmente descompuestos por muchos organismos vivos, considerándose por lo tanto como una fuente de recursos renovables.
BIOCOMPATIBLE Y NO TÓXICO	Al estar compuestos principalmente por azúcares tienen una alta tolerancia por parte del ser humano.
BAJO COSTE	Los procesos de producción y recolección son muy simples, y ajustándose al desarrollo de la planta, pueden obtenerse grandes cantidades.
MEJOR ACEPTACIÓN PÚBLICA	Pues la mayoría se obtienen de fuentes comestibles y, además, hay menos posibilidades de que produzcan efectos adversos.

Tabla 6: Ventajas del uso de mucílagos en la Industria Farmacéutica

CONTAMINACIÓN MICROBIANA	Por su contenido en humedad, ser carbohidratos y estar expuestos al medio, constituyen un buen sustrato para la proliferación microbiana.
VARIACIÓN DE LOTE A LOTE	La producción de sustancias de origen natural depende mucho de los factores ambientales y estacionales.
TASA HIDRATACIÓN NO CONTROLADA	El porcentaje de los componentes químicos puede variar según el momento de recolección, la región, las especies y las condiciones climáticas.
VISCOSIDAD REDUCIDA DURANTE EL ALMACENAMIENTO	El almacenamiento puede reducir su capacidad para aumentar su tamaño al entrar en contacto con el agua.

Tabla 7: Desventajas que presentan los mucílagos para la Industria Farmacéutica

MÉTODO FÍSICO	Exposición a: calor seco, vapor saturado, tecnología de microondas, UV y la radiación gamma.
MÉTODO QUÍMICO	Se tratan con productos químicos como aldehídos, epíclorhidrina, bórax o glutaraldehído

Tabla 8: Métodos más usados para la modificación de la estructura química de los mucílagos.

IV.2.2 Utilización de los mucílagos en las fórmulas farmacéuticas

Los mucílagos y sus derivados, gracias a sus propiedades hidrofílicas, cohesivas y adhesivas, son altamente útiles en distintas formas farmacéuticas, pues pueden actuar como disgregantes en tabletas, aglutinantes de comprimidos, agentes gelificantes, emulsionantes, agentes de suspensión, agentes estabilizantes, coloides, espesantes, etc. Dando lugar a formas de dosificación como el sistema controlado por matriz, agentes de recubrimiento, películas bucales, microesferas, nanopartículas, formulaciones líquidas viscosas como soluciones oftálmicas, suspensiones e implantes, entre otras. (Tehakade y Chaudhari, 2013)

A continuación, se exponen varias aplicaciones de los mucílagos como excipientes y su mecanismo en distintas formas farmacéuticas: (Hamman H, 2015)(Vipul et al., 2013)

1. En tabletas:
 - Aglutinante, debido a su capacidad de adhesión. Cohesionan el polvo en gránulos, que a continuación se comprimen en tabletas.
 - Disgregante, se debe a su capacidad para absorber agua e hincharse. Al entrar la tableta en contacto con el agua, el mucílago aumenta su volumen provocando su rotura, lo que mejora la velocidad de disolución.
2. En suspensiones y emulsiones:
 - Agente coloidal, evitan coalescencia de las gotas o partículas en suspensión.
 - Espesantes y viscosizantes.

3. Formulaciones de liberación sostenida

- En sistemas matriciales: Estos polímeros entran en contacto con el agua, se hidratan y forman un gel. La liberación de este gel será generalmente controlada por difusión y, por lo tanto, la liberación se mantendrá durante un tiempo prolongado.
- Formación de películas de recubrimiento.
- Agentes mucoadhesivos: Permite una firme adhesión del fármaco a la mucosa hasta que se elimine por renovación de las mucinas, produciéndose una liberación del medicamento de forma continua.

IV.2.3 Especies vegetales con mucílagos en la industria farmacéutica

En la Tabla 9 representamos las principales especies vegetales con mucílagos utilizadas en la Industria Farmacéutica. Entre ellas, destacan las familias Malváceas, Fabáceas y Plantagináceas: (Bahadur et al., 2017) (Malviva, 2011)

Nombre Común	Especie	Familia	Aplicación Industrial
Mucílago de Konjac	<i>Amorphophallus konjac</i>	Araceae	Gelificante, Formulación en liberación sostenida
Goma Guar	<i>Cyamopsis tetragonolobus</i>	Fabaceae	Aglutinante, Disgregante, Espesante, Emulsionante, Película de recubrimiento
Mucílago de Abelmosco	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Malvaceae	Aglutinante, Formulación en liberación sostenida
Mucílago de Aloe vera	<i>Aloe sp.</i>	Liliaceae	Gelificante, Formulación de liberación sostenida.
Mucílago de Mastuerzo	<i>Lepidium sativum</i>	Cruciferae	Agente coloidal, Emulsionante, Formulación de liberación sostenida
Mucílago de Albahaca lima	<i>Ocimum americanum</i>	Labiatae	Agente coloidal, Emulsionante
Mucílago de Alholva	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	Fabaceae	Gelificante, Disgregante, Aglutinante, Emoliente
Mucílago del Hibisco	<i>Hibiscus sp.</i>	Malvaceae	Agente coloidal, Emulsionante, Formulación de liberación sostenida
Mucílago de Plantago	<i>Plantago sp.</i>	Plantaginaceae	Lubricante, Emoliente, Aglutinante, Mucoadhesivo, Agente coloidal
Mucílago de Albahaca de clavo	<i>Ocimum gratissimum</i>	Labiatae	Aglutinante, Agente coloidal
Mucílago de Satavar	<i>Asparagus racemosus</i>	Asparagaceae	Aglutinante, Agente coloidal
Mucílago de Higuera	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Cactaceae	Gelificante, Formulación de liberación sostenida.

Tabla 9: Usos de plantas y sus mucílagos en la formulación de medicamentos.

V. DISCUSIÓN

Los mucílagos son unos polisacáridos con tales características, que pueden ser empleados tanto en farmacológica, actuando de principio activo, como en la industria farmacéutica, ayudando en la formulación de los medicamentos. El alto poder hidrófilo y de fermentación que tienen, es la base fundamental de sus propiedades medicinales y tecnológicas. (Zurdo, 2018)

Como resultado de esta extensa revisión bibliográfica, corroboramos el uso dado tradicionalmente en terapéutica a estos compuestos, al estudiar su mecanismo de acción, y podemos afirmar que las plantas con mucílagos y los mucílagos aislados siguen teniendo actualmente un gran interés dentro del mundo de la Farmacia y de patologías tan importantes como el colesterol, diabetes y estreñimiento, pudiendo usarse para la prevención, de tratamiento o como coadyuvante. (Ameri et al., 2015)

Además, no olvidamos la gran importancia de estos compuestos como posibles prebióticos. En los estudios emergentes se está investigando la relación entre estas propiedades prebióticas y la estructura de los carbohidratos, prestando especial interés en: la proporción, situación y composición de monosacáridos, enlaces glucosúricos entre los residuos de monosacáridos y el grado de polimerización (Mueller et al., 2016).

Al ser un tema que se encuentra ahora mismo en estudio, todavía no se ha llegado a un consenso entre los investigadores, y actualmente, se están desarrollando diferentes ideas:

- Tester et al., 2013 defiende que los mananos tienen la capacidad de evitar que patógenos específicos como *S. enterica* y *E. coli* se unan a la mucosa intestinal. Con frecuencia la manosa funciona como un sustrato de unión a las fimbrias de la bacteria patógena, impidiendo su adhesión a las células.
- La investigación realizada por Praznik et al., 2017 concluye que solo la fracción neutra de los mucílagos tiene actividad prebiótica, y que ésta depende de la disponibilidad de unidades terminales de D-Galctosa con enlace β , que determinan la estimulación del crecimiento de bacterias probióticas, principalmente lactobacilos.
- Yadav, et al., 2016 demostró en su estudio el posible potencial prebiótico del mucílago ácido del *P. psyllium*, tras una hidrólisis parcial del compuesto.

De los mucílagos que se encuentran en estudio, los que han destacado más por su posible efecto prebiótico son, principalmente, los glucomananos de la harina de Konjac (*Amorphophallus konjac*), los galactomananos de la Goma Guar (*Cyamospsis*

tetragonolobus L.), los galactoglucomananos de las semillas de la planta de Chan (*Hyptis suaveolens*), los glucomananos del Aloe vera (*Barbadensis miller*) y los polisacáridos ácidos de la Zaragatona (*Plantago psyllium*).

Como se puede comprobar, cada uno de ellos tiene una composición y estructura distinta, y cómo generalmente la estructura de un compuesto determina su función, es necesario estudiar su mecanismo de acción para comprobar de qué depende el potencial efecto prebiótico de estos polisacáridos.

Una de las propiedades que caracteriza a los mucílagos por ser fibras solubles es su estabilidad en condiciones ácidas, lo que les permite llegar al colon sin haber sido hidrolizados o absorbidos en el tracto gastrointestinal superior. (Guarner et al., 2011)(Zurdo et al., 2015). Por lo tanto, para comprobar su potencial como prebióticos, los estudios se centran en intentar demostrar que estos compuestos alteran la composición bacteriana del intestino al aportar el sustrato necesario para la proliferación de la microbiota intestinal beneficiosa.

Por otro lado, todos los autores destacan el potencial que presentan los mucílagos en la prevención del cáncer de colon, ya que sus dos propiedades fisiológicas fundamentales actúan reduciendo factores de riesgo:

El gel formado en el tubo digestivo atrapa las sustancias tóxicas, disminuyendo su contacto con las paredes intestinales y, además, favorece el tránsito intestinal evitando su acumulación y asegurando una rápida eliminación. Y debido a su fermentación, producen ácidos grasos de cadena corta que están implicados en los mecanismos de apoptosis, división y proliferación celular, además de poseer propiedades antiinflamatorias e inhibir la proliferación de bacterias patógenas, productoras de sustancias cancerígenas. (Zhang et al., 2016) (Caceda, 2017)

En definitiva, podemos deducir la importancia de estos compuestos como agentes preventivos y coadyuvantes en el tratamiento de múltiples patologías. No solo por su efecto a nivel de la flora intestinal, sino también por su posible actuación sobre el acné y otras afecciones cutáneas, que se están empezando a investigar recientemente. (Al-Ghazzewi y Tester, 2014)

A pesar de los numerosos beneficios que pueden ejercer los mucílagos, es importante establecer una ingesta adecuada para evitar efectos adversos, ya que si es excesiva podría dar lugar a molestias intestinales como hinchazón abdominal, diarrea, estreñimiento o flatulencias. Para determinar una ingesta adecuada, nos podemos fijar en la recomendación de ingesta diaria de fibra dietética propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que propone una toma diaria de 30-40 g de fibra dietética. (Olagnero et al., 2007).

VI. CONCLUSIONES

1. Los mucílagos son hidrocoloides vegetales fisiológicos que se encuentran principalmente en vegetales superiores de las familias Malváceas, Plantagináceas, y Leguminosas, además de encontrarse también en algunas algas.
2. El valor terapéutico de los mucílagos es amplio y está relacionado con patologías digestivas, respiratorias, cardiovasculares y de la piel y mucosas.
3. Tradicionalmente se han utilizado por su efecto saciante y laxante en regímenes hipocalóricos, y para la reducción de la glucemia y colesterolemia. Pero hoy día, su uso está siendo encaminado hacia su efecto prebiótico, debido a la íntima relación de muchas patologías con la función gastrointestinal, donde tienen un papel altamente prometedor.
4. En la Industria Farmacéutica también tienen un función importante actuando como excipientes, disgregantes, aglutinantes, gelificantes, emulsionantes, etc., aportando buenas características para conseguir medicamentos estables y fácilmente administrables.
5. Actualmente, las investigaciones siguen avanzando y como resultado, podemos afirmar que los mucílagos tienen un gran interés tanto a nivel medicinal, especialmente como preventivos o coadyuvantes de diferentes alteraciones funcionales, como en la industria farmacéutica para la formulación de medicamentos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Al-Ghazzewi F, Tester RF. Impact of prebiotics and probiotics on skin health. *Benef Microbes*. 2014; (2): 99-107.
- Al-Ghazzewi FH, Elamir A, Tester R, Elzagoze A. Effect of depolymerised konjac glucomannan on wound healing. *Bioact Carbohydr Diet Fibre*. 2015; 5 (2): 125-128
- Ameri A, Heydarirad G, Mahdavi J, Ghobadi A, Rezaeizadeh H, Choopani R. Medicinal plants contain mucilage used in traditional Persian medicine (TPM). *Pharm Biol*. 2015; 53(4): 615-23.
- Aziz Q, Dore J, Emmanuel A, Guarner F, Quigley EMM. Gut microbiota and gastrointestinal health: current concepts and future directions. *Neurogastroenterol Motil*. 2013; 25: 4-15.
- Bahadur S, Sah U, Sahu D, Sahu G, Roy A. Review on natural gums and mucilage and their application as excipient. *J Applied Pharm Research*. 2017; 5(4): 13-21.
- Berstein AM, Titgemeier B, Kirkpatrick K, Golubic M, Roizen MF. Major cereal grains fiber and psyllium in relation to cardiovascular health. *Nutrients*. 2013; 5(5): 1471 – 1487.
- Bhupathiraju SN, Tobias DK, Malik VS, Pan A, Hruby A, Hu FB et al. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and updated meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2014; 100(1): 218 – 232.
- Braun L, Cohen M. *Herbs & Natural Supplements: An Evidence-based Guide*. 3ª ed. Sydney: Elsevier; 2010.
- Bruneton J. *Farmacognosia: Fitoquímica de plantas medicinales*. 2ª ed. Madrid: Acribia S.A.; 2000.
- Cabrera JL, Cárdenas FM. Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 2006; 22(4).
- Caceda JA. Efecto de la concentración de mucilago de chia (salvia hispanica l.) y ph sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de jugo clarificado de uva (vitis vinifera) variedad gross colman. 2017. [en línea] [Consultado en Marzo 2018] Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2884>
- Carreño T, Castagnini A. Evaluación del efecto del consumo agudo de semillas de chía (salvia hispanica l.) en agua sobre la glicemia posprandial en sujetos sanos. 2017 [en línea] [Consultado en Marzo 2018] Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622301>
- Castillo E, Martínez I. *Manual de fitoterapia*. 1ª ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2007.
- Chambers ES, Viardot A, Psichas A, Morrison DJ, Murphy KG, Frost G et al. Effects of targeted delivery of propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults. *Gut*. 2015; 64(11): 1 – 11.

- Chiu YT, Stewart M. Comparison of konjac glucomannan digestibility and fermentability with other dietary fibers in vitro. *J. Med. Food.* 2012; 15(2): 120–125.
- Choudhary PD, Pawar HA. Recently investigated natural gums and mucilages as pharmaceutical excipients: An overview. *J Pharm.* 2014; 2014(204849).
- Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos. GLÚCIDOS (IV): MUCÍLAGOS [en línea]. [Consultado en Febrero 2018] Disponible en: <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/panorama%20documentos%20multimedia/PAM229%20PLANTAS%20MEDICINALES%20CON%20MUCILA.PDF>
- Corcino ET, Toledo HH, Diaz JA. Aceptabilidad de bebida carbonatada de maíz morado (*Zea mays*) y mucílago de semillas de chia (*Salvia hispanica*) y su efecto sobre la hipertensión arterial. *big bang faustiniano*, 2015; 4(4).
- Corzo N, Alonsa JL, Azpiroz F, Leis R. Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutrición Hospitalaria.* 2015; 31(1).
- Ctaselao VM, Freitas dos Santos E, Sgarbieri VC. The importance of prebiotics in functional foods and clinical practice. *Food Nutr Sci.* 2011; 2: 133-144.
- Departamento Técnico del Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos. Catálogo de Plantas Medicinales. Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos; 2008. Colección Consejo Plus 2008.
- DerMarderosian A, Beutler J. *The review of natural products: the most complete source of natural product information.* 8ª ed. Missouri: Clinical Drug Information; 2014.
- Domínguez RN, Arzate I, Chanona JJ, Welti JS, Alvarado JS, Calderon G, Lopez GF. El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista mexicana de ingeniería química.* 2012; 11(1): 23-43
- Escudero Á, González P. La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria.* 2006; 21: 61-72.
- Everard A, Cani PD. Diabetes, obesity and gut microbiota. *Best Pract Res Cl Ga.* 2013; 27(1): 73 -73.
- Fattorusso V, Ritter O. *Vademécum Clínico del Diagnóstico al Tratamiento.* 9 ed. España: El Ateneo; 2001.
- Floro N, Mera R, Lorenzo B. Actualidad de las plantas medicinales en terapéutica. *Acta Farmacêutica Portuguesa.* 2015; 4(1): 42-52.
- García P, Bretón I, Cuerda C, Cambor M. *Metabolismo colónico de la fibra.* *Nutr Hosp.* 2002; 17 (2): 11 – 16.
- Gemedde HF, Negussie R, Fekadu B. Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. *J Food Process Technol.* 2015; 6(458): 2.
- Girish K, Dhiren P, Vipul D, Vineet C. Gums and mucilages: versatile excipients for pharmaceutical formulations. *Asian J Pharm Sci.* 2009; 4(5): 309-323.
- Gómez B, Miguez B, Yáñez R, Alonso J. Manufacture and Properties of Glucomannans and Glucomannooligosaccharides Derived from Konjac and Other Sources. *J Agric Food Chem.* 2017; 65(10): 2019-2031.

- Gómez B, Miguez B, Yañez R, Alonso JL. Manufacture and Properties of Glucomannans and Glucomannooligosaccharides Derived from Konjac and Other Sources. *J Agric Food Chem.* 2017; 65(10): 2019-2031.
- Guarner F, Khan AG, Garisch J, Eliakim R, Gangl A, Thomson A, Fedorak R. Probióticos y prebióticos. *Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología: Probióticos y prebióticos.* 2011; 1:1-29
- Gullón B, Gullón P, Tavaría F, Alonso JL, Pintado M. In vitro assessment of the prebiotic potential of Aloe vera mucilage and its impact on the human microbiota. *Food & function.* 2015; 6(2): 525-531
- Hamer HM, Preter V, Windey K, Verbeke K. *Functional analysis of colonic bacterial metabolism: relevant to health?.* *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2012; 302(1):G1 – G9.
- Hamman H, Steenekamp J, Hamman J. Use of Natural Gums and Mucilages as Pharmaceutical Excipients. *Curr Pharm Des.* 2015; 21(33): 4775-97
- <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/968>
- Huanca CT, Fernández C, Yzaura M. Efecto del consumo de chía molida (salvia hispánica) sobre el perfil lipídico en adultos del Hospital de Chosica, Lima Este, 2017. [en línea] [Consultado en Marzo 2018] Disponible en:
- Inas MS, Rasoulpour RJ, Yin L, Hubbard A, Rosenberg DW, Giardina C. *The luminal short chain fatty acid butyrate modulates NF-κB activity in human colonic epithelial cell line.* *Gastroenterology.* 2009; 118(1): 724 – 734.
- Koehler HA. Köhler's medicinal plants, 1887
- Kuklinski C. Farmacognosia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. 1ªed. Barcelona: Omega; 2000.
- Liu LY, Chen XD, Wu BY, Jiang P. Influence of Aloe polysaccharide on proliferation and hyaluronic acid and hydroxyproline secretion of human fibroblasts in vitro. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao.* 2010; 8 (3): 256-262.
- López B, Alexandra J. Actividad expectorante y toxicológica de una formulación elaborada a partir de Eucalyptus globulus Labill, Borago officinalis L, Y Sambucus Nigra L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales.* 2016; 21(4): 1-9.
- Malviya R. Extraction characterization and evaluation of selected mucilage as pharmaceutical excipient. *Polimery w medycynie.* 2011; 41(3): 39-44.
- Mangaiyarkarasi S, Manigandan T, Elumalai M, Cholan P. Benefits of Aloe vera in dentistry. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015; 7(1): S255
- Manosroi A, Pattamapun K, Khositsuntiwong N, Kietthanakorn B, Issarangporn W, Chankhampan C. Physicochemical properties and biological activities of Thai plant mucilages for artificial saliva preparation. *Pharm Biol.* 2015; 53(11): 1653-1660.
- Manosroi A, Pattamapun K, Khositsuntiwong N, Kietthanakorn B, Issarangporn W, Chankhampan C. Physicochemical properties and biological activities of Thai plant mucilages for artificial saliva preparation. *Pharm Biol.* 2015; 53(11): 1653-1660.
- Mitra S, Mukherjee S. Ethnomedicinal usages of some wild plants of North Bengal plain for gastro-intestinal problems. *Indian J.* 2010; 9(4): 705-712.
- Mudgil D, Barak S, Patel A, Shah N. Partially hydrolyzed guar gum as a potential prebiotic source. *Inter J Biol Macromol.* 2018; 112: 207-210

- Mueller M, Čavarkapa A, Unger FM, Viernstein H, Praznik W. Prebiotic potential of neutral oligo- and polysaccharides from seed mucilage of *Hyptis suaveolens*. *Food Chem.* 2017; 221: 508-514.
- Mueller M, Reiner J, Viernstein H, Loeppert R, Praznik W. Growth of selected probiotic strains with fructans from different sources relating to degree of polymerization and structure. *J Funct Foods.* 2016; 24:264–275.
- Olagnero G, Abad A, Bendersky S, Genevois C, Granzella L, Montonat M. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta.* 2007; 25(121): 20-33.
- Oliveira G, González-Molero I. Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. *Endocrinología y Nutrición.* 2016; 63(9): 482-494.
- Palombo EA. Phytochemicals from traditional medicinal plants used in the treatment of diarrhoea: modes of action and effects on intestinal function. *Phytother Res.* 2006; 20(9): 717-724.
- Pangsri P, Piwpankaew Y, Ingkaku A, Nitisinpraser S, Keawsompong S. Characterization of mannanase from *Bacillus circulans* NT 6.7 and its application in mannooligosaccharides preparation as prebiotic. *SpringerPlus* 2015; 4(1): 771
- Prajapati VD, Jani GK, Moradiya NG, Randeria NP. Pharmaceutical applications of various natural gums, mucilages and their modified forms. *Carbohydr Polym.* 2013; 92(2): 1685-1699.
- Praznik W, Čavarkapa A, Unger FM, Loeppert R, Holzer W, Viernstein H, Mueller M. Molecular dimensions and structural features of neutral polysaccharides from the seed mucilage of *Hyptis suaveolens* L. *Food chemistry.* 2017; 221: 1997-2004.
- Quezada MP, Salinas C, Gotteland M, Cardemil L. Acemannan and Fructans from *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) Plants as Novel Prebiotics. *J Agric Food Chem.* 2017; 65(46): 10029-10039.
- Real Farmacopea Española. 5ª ed. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2015.
- Rivas S, Gullón B, Gullón P, Alonso J L, Parajó JC. Manufacture and properties of bifidogenic saccharides derived from wood mannan. *J. Agric. Food Chem.* 2012; 60(17): 4296–4305.
- Roberfroid M, Gibson G, Hoyles L, McCartney A, Rastall R, Rowland I, Meheust A. Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *Br J Nutr.* 2010; 104(S2): S1–S63.
- Rodríguez E, Sandoval A. Hidrocoloides naturales de origen vegetal: Investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos. *Revista Tecnura.* 2003; 7 (13): 4-13.
- Saraswathy GR, Sathiya R, Anbu J, Maheswari E. Antitussive Medicinal Herbs- An Update Review. *J Pharm Sci.* 2014; 6(1): 12-19
- Sharon N. Carbohydrates as future anti-adhesion drugs for infectious diseases. *Bioch Bioph Acta.* 2006; 1760(4):527-537.
- Slavin J. *Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits.* *Nutrients.* 2013; 5(4): 1417 – 1435.

- Tekade BW, Chaudhari Y. Gums and mucilages: Excipients for modified drug delivery system. *J. Adv. Pharm. Edu. & Res.* 2013; 3(4): 359-367.
- Tester RF, Al-Ghazzewi FH. Beneficial health characteristics of native and hydrolysed konjac (*Amorphophallus konjac*) glucomannan. *J Sci Food and Agric.* 2016; 96(10): 3283-3291
- Tester RF, Al-Ghazzewi H. Mannans and health, with a special focus on glucomannans. *Food R Inter.* 2013; 50(1): 384-391
- Tucker LA, Tomas KS. Increasing total fiber intake reduces risk of weight and fat gains in women. *J Nutr Rev.* 2009; 139(3): 576 – 581.
- Verma A, Mogra R. Psyllium (*Plantago ovata*) Husk: A Wonder Food for Good Health. *IJSR.* 2015; 4(9): 1581-1582
- Vipul D, Girish K, Naresh G, Narayan P. Pharmaceutical applications of various natural gums, mucilages and their modified forms. *Carbohydrate Polymers.* 2013; 3(7): 1833-1847.
- Yadav N, Sharma V, Kapila S, Malik RK, Arora S. Hypocholesterolaemic and prebiotic effect of partially hydrolysed psyllium husk supplemented yoghurt. *J Funct Foods.* 2016; 24: 351-358.
- Zhang C, Chen J, Yang F. Konjac glucomannan, a promising polysaccharide for OCDDS. *Carbohydrate Polymers.* 2014; 104: 175-181.
- Zhang T, Li Z, Wang Y, Xue Y, Xue C. Effects of konjac glucomannan on heat-induced changes of physicochemical and structural properties of surimi gels. *Food Res. Int.* 2016; 83: 152–161.
- Zurzo CM. Papel de la fibra dietética en la prevención de las enfermedades cardiovasculares. [en línea] [Consultado en Febrero 2018] Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/14247>