

Fibras de origen natural.

Dolores Vargas-Álvarez¹.
Jesús Tadeo Hernández-Moreno².
Hugo Mauricio Montes de Oca³.

¹Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas S/N, Col. La Haciendita, CP. 39087, Chilpancingo, Gro. dvargas@uagro.mx, <https://orcid.org/0000-0001-9138-3112>

²Estancias Postdoctorales por México - Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas S/N, Col. La Haciendita, CP. 39087, Chilpancingo, Gro. tadeohernandez@uagro.mx, <https://orcid.org/0009-0009-4541-6177>

³Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Lázaro Cárdenas S/N, Col. La Haciendita, CP. 39087, Chilpancingo, Gro. 18268597@uagro.mx

Dolores Vargas-Álvarez, Jesús Tadeo Hernández-Moreno y Hugo Mauricio Montes de Oca. *Fibras de origen natural*. En: Sergio Martínez González, Fidel Avila Ramos y Carlos Omar De la Cruz Moreno. 2025. Compendio de revisiones en ciencias veterinarias, agroforestales, pesqueras y áreas afines. Abanico Académico. México. Pp. 447-461. ISBN: 978-607-26738-2-3. DOI: <https://doi.org/10.21929/abanico/2025.2.23>





Resumen

A través del tiempo el conocimiento y uso de las fibras naturales o biofibras ha sido de gran importancia para el avance de la civilización humana, se cree que incluso el más importante después del uso de las plantas como alimento. Las necesidades humanas básicas de vestimenta y cobijo para protegerse se han cubierto en gran medida con fibras de plantas y animales (piel y pelo) en todas las culturas humanas. Además, las fibras naturales han ocupado un lugar privilegiado en la cultura de múltiples sociedades en el mundo a lo largo del tiempo, inclusive desde la prehistoria hasta los tiempos modernos), ya que han sido la materia prima básica para construir diversos utensilios de uso común como cuerdas, redes, cobijas, así como herramientas de caza y pesca, para elaborar papel, etc. Inicialmente, el ser humano obtuvo fibras vegetales por simple eliminación de la corteza o por el raspado de tallos y hojas; sin embargo, estos materiales sólo permitían la producción de artículos poco acabados, ásperos y rígidos, lo cual disminuía su calidad y tiempo de vida útil. Sin embargo, hubo un cambio significativo e innovador que marcó la importancia en el uso de las fibras, este suceso se produjo a partir del descubrimiento de que estas fibras podían separarse de los demás tejidos y utilizarse en la elaboración de textiles con mejor calidad, textura y durabilidad haciendo una diferencia notable en el desarrollo de nuevos artículos domésticos y de caza.

Palabras clave: Biofibras, fibras vegetales, textiles, sostenibilidad



Introducción

En México, existen evidencias arqueobotánicas que datan del año 10,000 a. C encontradas en el estado de Oaxaca, que indican que los pobladores utilizaban fibras de maguey (*Agave* sp.) entrelazadas, constituyendo uno de los primeros indicios de su extracción en el país, sin embargo, las fibras naturales más antiguas que se conocen en la actualidad son fibras de lino silvestre encontradas en estratos del Paleolítico superior, de unos 30 000 años a.C. dentro de una cueva en las montañas de Georgia.

Las biofibras son fibras de origen biológico, ya sea que se produzcan de forma natural o por un proceso regenerativo, estas fibras son extraídas de la naturaleza como hebras, pelos u otros materiales obtenidos de la naturaleza ya sea por fuentes vegetales, animales o minerales.

Las fibras naturales, así como los materiales fabricados a partir de ellas, han adquirido relevancia en el área industrial debido a su ciclo de vida preferente desde una perspectiva ambiental y de sostenibilidad en comparación con las fibras poliméricas (este ciclo incluye el abastecimiento, la fabricación, el uso y el fin de su vida útil).

Fibras naturales o biofibras

Las biofibras se clasifican de acuerdo con su origen: animal, mineral o vegetal. Las fibras de origen animal han sido utilizadas por el ser humano desde tiempos prehistóricos, por ejemplo los pelos de diversas especies, secreciones y cueros. Entre las principales fibras de origen animal se encuentran:

- **Seda:** Es el único filamento continuo producido por la naturaleza, gracias a la larva del gusano de seda que produce una fibra proteica compuesta de fibroína, sericina, ceras y carbohidratos, usada para crear tejidos brillantes y resistentes, puede medir entre 500 y 1500 m de longitud. La seda es resistente y elástica; se distingue por el inimitable crujido que es un sonido característico de los tejidos de seda.
- **Lana:** Se suele reservar este vocablo para nombrar el pelo que recubre el cuerpo de las ovejas. Es la principal fibra textil natural, entre sus características más valoradas se encuentra su elasticidad y su capacidad para absorber la humedad ya que suele usarse en la agricultura como abono, y por otra parte en la industria de la construcción es utilizada como aislante térmico, aislante del ruido, filtro de olores y es un compuesto ignífugo (para quemarse necesita temperaturas elevadas). La lana está compuesta por proteínas (principalmente por queratina), aminoácidos, lípidos, carbohidratos y sales minerales.
- **Algodón:** Es una planta cuyas semillas están recubiertas de una sustancia fibrosa, blanca y suave, que recibe este mismo nombre y se encuentra constituida en su mayor parte por celulosa. Una vez recogido el algodón se somete a una serie de operaciones (OPERACIONES) dando como resultado la obtención del



hilo de algodón puro y de distintos grosores. Los tejidos de algodón son muy confortables, poseen buena absorción, son frescos y tienen excelente flexibilidad, sin embargo, presenta tendencia a encoger y a desteñirse con los lavados, es ampliamente utilizado en prendas de vestir, ropa de cama, cocina, artículos sanitarios, usos médicos, entre otros.

- **Esparto:** Es una planta herbácea de la familia de las gramíneas, típicas de terrenos pobres, y de cuyas hojas se obtiene la fibra textil que lleva su mismo nombre. El proceso de obtención de las fibras se logra mediante macerado de las hojas en agua, seguido de un golpeo. En la actualidad, la mayor aplicación de la fibra de esparto reside en cordelería, trenzados, artículos de artesanía y decoración, calzado y pastas para la fabricación de papel.
- **Coco:** La fibra de coco es una masa fibrosa de color pardo rojizo, que está contenida en la cascara exterior de la fruta del coco. Las fibras de mayor calidad se utilizan para la confección de cuerdas y esteras, mientras que las más cortas y bastas se emplean para el relleno de colchones. Por otra parte, en la industria de la construcción la fibra de coco se ha empleado en la elaboración de ladrillos.
- **Cuero y piel:** Son materiales que provienen de animales (cabra, vaca, oveja, camello, reptiles, etc.) una vez curtida. El tratamiento consta de dos fases previas al curtido, y el curtido en sí, que consiste en introducir la piel en una disolución acuosa de tanino o sales de cromo, a través de este proceso la piel adquiere propiedades que la hacen imputrescible, ligera y plástica en seco. Es idónea para la industria textil, la confección y la alta costura. El cuero de un animal curtido es utilizado para fabricar distintas piezas de indumentaria o complementos. Las pieles de animales pilíferos son utilizadas en la confección de prendas.

Por otra parte, las fibras minerales, son partículas constituidas por elementos químicos naturales como el oro, plata, cobre, estaño entre otros, sin embargo, también pueden ser obtenidas por el hombre a partir de materias inorgánicas como sales minerales o mediante la mezcla de elementos químicos o compuestos químicos. Este tipo de fibras minerales a menudo son empleadas en la industria por sus excelentes capacidades de aislamiento térmico y acústico. Su uso va dirigido casi exclusivamente a tejidos técnicos para actividades profesionales debido a sus especiales características, como: propiedades ignífugas, elevada resistencia mecánica y resistencia a la mayoría de los productos químicos. Entre los minerales encontramos algunos de estructura fibrosa y otros que son susceptibles, después de tratamientos adecuados, de ser convertidos en fibras o filamentos continuos.

La principal fibra mineral es el amianto, que se obtiene de minerales de estructura cristalina fibrosa y es el único mineral además del oro y la planta que merece el calificativo



de textil. Procede de la descomposición, por acción atmosférica, de las rocas silíceas. El amianto, también conocido como asbesto, se extrae de bancos de cantera, donde se encuentra en forma de delgados filones. Las fibras más largas se emplean para obtener hilos cardados, y en la mayoría de los casos se mezcla con otras fibras como algodón para aumentar la resistencia, que una vez acabados los tejidos se eliminan por combustión, este compuesto es resistente a la acción de ácidos o bases.

Sin embargo, este tipo de fibras minerales tiene poca afinidad por los colorantes. Su inhalación continúa y su manipulación puede producir graves enfermedades pulmonares, ya que las partículas que forman son tan finas que pueden penetrar en los pulmones.

Finalmente, se encuentran las fibras de origen vegetal, las cuales están constituidas básicamente por tres componentes principales: celulosa, hemicelulosa y lignina, sin embargo, también se encuentran otros compuestos importantes como son las pectinas, ceras y grasas.

La celulosa es el material orgánico más importante y abundante de las fibras, por lo cual también son conocidas como fibras celulósicas debido a su alto contenido, en comparación con otros compuestos químicos que conforman a las fibras (hemicelulosa y lignina). La celulosa es responsable de las propiedades mecánicas de las fibras vegetales (resistencia y flexibilidad), en cambio la lignina es un material polimérico esencial que proporciona la rigidez, soporte estructural (es el segundo biopolímero más abundante después de la celulosa) y contribuye al transporte eficiente de agua y nutrientes a través de los tejidos vasculares.

Las biofibras vegetales pueden encontrarse prácticamente en todo el mundo, presentes en arbustos, hortalizas, tallos, semillas, cultivos leñosos y flora, su clasificación está relacionada con la parte de la planta: Tallo, corteza, semillas, frutos y hojas.

Fibra procedente del tallo y corteza. Entre las que se encuentran: el lino, el cáñamo, el ramio y el yute. El tallo del lino produce una fibra suave y flexible; aunque es más fina y larga que la del algodón, resulta menos flexible porque las paredes de la fibra son más gruesas. La fibra de cáñamo es brillante, fuerte y duradera; su uso decayó con la prohibición de la marihuana en los años 30's, pues las dos plantas se confundieron. La corteza del tallo de ramio produce una fibra fina y débil que se ha utilizado para papel y tejidos en China desde tiempos prehistóricos. De la corteza del yute se extrae una fibra basta, débil y brillante.

Fibras procedentes de frutos y semillas. Entre las que se encuentran el algodón, el cocotero y la ceiba. Estas fibras de celulosa se utilizan para fabricar hilos, textiles de todo tipo y como materia prima de las fibras artificiales.

La fibra de coco se obtiene de la cáscara del coco (concretamente del episperma). Las fibras bastas y largas se utilizan para cepillos, mientras que las finas y rizadas sirven para fabricar guata, cordelería y material de relleno para cojines, sofás, etc. La ceiba o kapok, como el algodón, protege sus semillas con una masa de fibras celulósicas (43% de



celulosa) transparentes que se utilizan como material de relleno y, en el pasado, para chalecos salvavidas, ya que se trata de una fibra ligera, muy flotante y resistente al agua.

Fibra procedente de las hojas. Entre otras están: el esparto, el abacá, el formio, el henequén o sisal.

Las hojas de esparto son muy duras y tenaces; la fibra que se obtiene de ellas se destina a fabricar alpargatas, artículos de decoración y artesanía. La fibra de abacá se conoce también como cáñamo de Manila; es flexible, resistente al agua de mar y duradera. Se destina principalmente a la fabricación de papel, arpillera, cordelería y como sustituto de fibra de vidrio en la industria automovilística.

La fibra de formio o lino de Nueva Zelanda se ha utilizado para diversos textiles tradicionales de los maoríes, cordelería y aparejos de pesca. El henequén y el sisal son dos plantas del género agave; de sus hojas se obtiene una fibra fuerte, duradera, relativamente flexible y resistente al agua salada.

Además de ser recursos naturales renovables, el utilizar este tipo de fibras en la industria conlleva ventajas importantes como la biocompatibilidad, baja densidad, consumo de energía reducido durante la producción, bajos costos, biodegradabilidad, abundante disponibilidad y buena mecánica. Sin embargo, las biofibras también presentan algunas desventajas puntuales como su mala adherencia con matrices hidrofóbicas, baja resistencia ante productos químicos y una alta absorción de agua, lo que ha limitado considerablemente su uso. A pesar de esto, estudios actuales demuestran que existen fibras naturales capaces de sustituir a las fibras sintéticas y abarcar mayor porcentaje en las industrias textiles.

Fibras no naturales

Las fibras que no son de origen natural se denominan fibras químicas, las cuales pueden ser fibras sintéticas o artificiales. Las fibras sintéticas son elaboradas en laboratorios o fábricas mediante procesos químicos y mecánicos. Estas fibras, como el poliéster, nylon y acrílico, son conocidas por su resistencia, durabilidad y ligereza. Generalmente, están compuestas de polímeros, que son sustancias químicas que forman largas cadenas de moléculas de poliamidas, acrilatos, etilenglicol, estireno, esteres, entre otros, lo que les otorga propiedades como la tenacidad y la fuerza. Por otra parte, las fibras artificiales se fabrican a partir de la transformación química de productos naturales. Las fibras textiles artificiales poseen propiedades semejantes a las de las fibras naturales, aunque pueden obtenerse a partir de proteínas vegetales presentes en determinadas plantas, como el cacahuete, maíz o soja, generalmente las fibras textiles artificiales utilizan como materia prima la celulosa y de la caseína de las plantas. Sin embargo, sus aplicaciones industriales no se reducen al campo textil, sino que se emplean, en la fabricación de papel, plásticos o explosivos.



La Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) estimó la producción de fibras sintéticas en 2021 fue de 141,249 toneladas, mientras que la producción de fibras artificiales fue de 1,221 toneladas. La DNFI (Discover Natural Fibres Initiative) estima que el valor de producción mundial de fibra artificial ascendió a 80,000 millones de dólares en 2022. Por otro lado, se calcula que los ingresos medios derivados de la producción de fibras naturales ascienden a 1,600 dólares anuales.

Sin embargo, a pesar de que las fibras no naturales representan el mayor porcentaje en el sector industrial y de consumo, no se puede dejar de lado los daños colaterales que ocasionan su elaboración, y sus desechos. En este sentido, las fibras naturales representan un recurso valioso por sus propiedades únicas y su contribución a la sostenibilidad. Aunque enfrentan desafíos en términos de producción y durabilidad, su uso consciente puede ayudar a reducir el impacto ambiental y promover prácticas más ecológicas en diversas industrias, ya medida que las tecnologías avanzan, estas fibras tienen el potencial de desempeñar un papel aún más importante en el futuro, como por ejemplo la fibra de vidrio que es indispensable para la conexión a internet de alta velocidad.

Beneficios ambientales de las biofibras

Las biofibras han adquirido gran importancia en los últimos años, debido a que múltiples estudios se han centrado en la búsqueda de soluciones al grave problema que representa la contaminación ambiental, siendo las biofibras el camino hacia la sustentabilidad ambiental. Si bien es cierto que aún existen desventajas que no permiten verlas como un sustituto de las fibras sintéticas al 100%, cabe resaltar que las fibras naturales como el algodón, la lana o el lino, son beneficiosas para el medio ambiente debido a su biodegradabilidad y que se encuentran libres de químicos nocivos para la salud. Al ser biodegradables, estas fibras se descomponen de manera natural, sin causar impactos negativos en el entorno. Por lo tanto, el uso de fibras naturales ayuda a reducir la contaminación y promueve la sostenibilidad ambiental.

Además, las fibras naturales son respetuosas con el medio ambiente, y poseen características hipoalergénicas, lo cual las convierte en una opción segura para personas con sensibilidades cutáneas. Al no contener químicos agresivos, las fibras naturales como el algodón, la lana y el lino son suaves y amigables con la piel, proporcionando confort y bienestar, en este sentido, el uso de fibras naturales no solo beneficia al medio ambiente, sino también a la salud de las personas, creando un equilibrio entre la moda y la sostenibilidad.

Actualmente la contaminación del ambiente se encuentra en constante crecimiento, por lo cual, es importante abordar alternativas sustentables. Las fibras naturales son recursos naturales que pueden ser extraídos de animales, plantas y minerales, por lo cual son 100% reciclables y biodegradables. Estos materiales son menos dañinos para el medio ambiente, por esta razón la producción de fibras naturales se ha



vuelto importante y ha incrementado exponencialmente en los últimos años. Con respecto a las plantas, al ser sembradas estas al igual que los árboles absorben dióxido de carbono y liberan oxígeno. Incluso el empleo de biofibras representa una ventaja táctica y de costos para las industrias, además de un incremento de ganancias.

Las fibras naturales no sólo se utilizan a nivel local o de forma tradicional, recientemente las investigaciones sobre este tipo de fibras están demostrando cada vez más los beneficios técnicos y económicos que representa la inclusión de componentes naturales en los productos industriales. Por tanto, ya se elaboran productos competitivos a base de fibras naturales que arrojan resultados técnicos excelentes, sin daños colaterales al ambiente que los actuales productos basados en materiales petroquímicos ocasionan. De tal manera que, además de su presencia en los productos tradicionales, los compuestos de fibras naturales pueden encontrarse en materiales de embalaje, construcción y mobiliario, entre otros más.

Es importante fomentar el conocimiento, la mejora en el uso y, por tanto, la conservación de las especies, tanto de plantas como de animales, que constituyen la fuente de fibras para la elaboración de múltiples productos y accesorios que permiten satisfacer una gran variedad de necesidades del ser humano, en especial, de los pueblos indígenas y comunidades locales de nuestro país. En el sector público, se pueden reconocer diversos proyectos aunados al sistema de información de los usos y manejo de la biodiversidad Mexicana, en donde se están compilando y sistematizando la información publicada sobre este tipo de usos en México, lo cual genera el conocimiento necesario para la toma de decisiones en cuanto al uso sustentable y conservación de estos recursos biológicos.

En la actualidad algunos de los consumidores antes de adquirir bienes y servicios razonan sobre el impacto y beneficios tanto ecológicos, económicos y socioculturales que representan, es entonces que los productos naturales, biodegradables y reciclables aumentaron en gran medida su demanda y venta. Es así, que las empresas invierten cada vez más en productos orgánicos, para fomentar practicas sustentables.

Composición de las biofibras

A diferencia de las fibras sintéticas, los compuestos de las biofibras son completamente ecológicos y con el potencial de obtener los mismos resultados en los distintos campos de aplicación. Las fibras naturales están compuestas por celulosa, lignina y hemicelulosa principalmente, compuestos que son aprovechados mayormente en el área industrial. El ejemplo más abordado es el de la celulosa, la cual además de ser el constituyente principal de las fibras, genera microfibrillas las cuales son unidades fundamentales de todas las plantas, también es el polímero más abundante, sostenible y biodegradable del mundo.

La celulosa es un polímero natural (polisacárido formado por unidades de glucosa unidas por enlaces β -1,4-glucosídicos), la formula química para la unidad de celulosa se



representa como $(C_6H_{10}O_5)_n$ donde n representa el número de unidades de glucosa. Las cadenas de glucosa se ensamblan en fibrillas, que a su vez forman la estructura de la celulosa en materiales como madera y algodón.

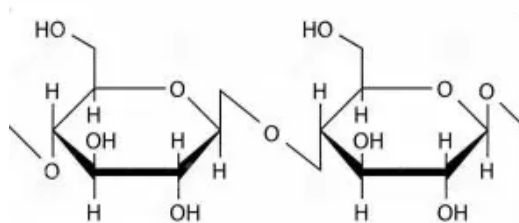


Figura 1. Estructura química de la celulosa.

Mientras que la lignina es un polímero tridimensional, amorfa y compleja, en las plantas actúa como material cementante que proporciona fuerza, rigidez y ayuda al transporte de agua a través a la pared celular, además de participar como puente de unión entre las células, creando de esta manera un material resistente a los impactos, compresiones y flexiones.

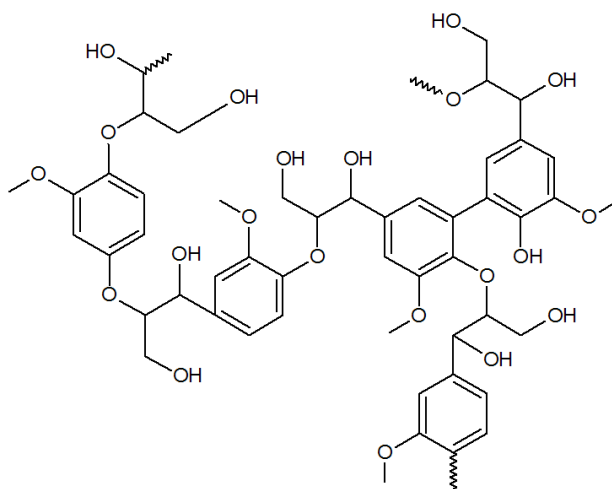


Figura 2. Estructura química de la lignina.

Las hemicelulosas son polisacáridos a menudo asociados con la celulosa, pero con composiciones y estructuras distintas. Mientras que la celulosa se deriva exclusivamente de la glucosa, las hemicelulosas se componen de diversos azúcares y pueden incluir los azúcares de cinco carbonos (xilosa y arabinosa), azúcares de seis carbonos (glucosa, manosa y galactosa). Las hemicelulosas contienen la mayoría de los azúcares D-pentosa y, ocasionalmente, también pequeñas cantidades de azúcares L-pentosa. La xilosa es en la



mayoría de los casos el monómero de azúcar presente en mayor cantidad, aunque en las maderas blandas la manosa puede ser el azúcar más abundante. No solo se pueden encontrar azúcares regulares en la hemicelulosa, sino que también pueden estar presentes sus formas acidificadas, por ejemplo, ácido glucurónico y ácido galacturónico. Las hemicelulosas se pueden clasificar en cuatro grupos de la siguiente manera: 1) xilanos, 2) mananos; 3) β -glucanos de enlace mixto; 4) xiloglucanos.

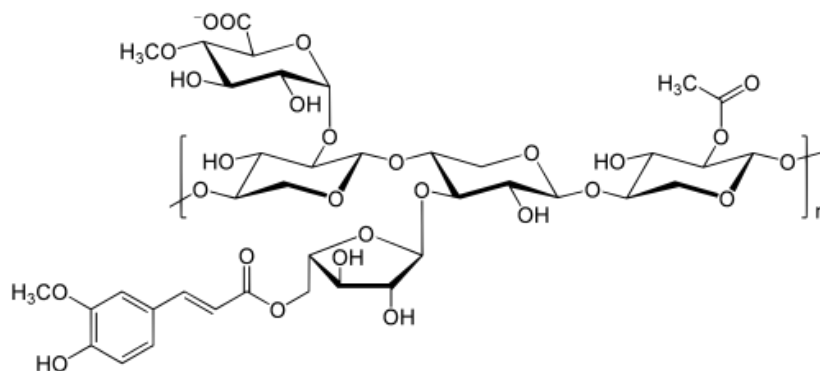


Figura 3. Estructura química de la hemicelulosa.

Por otra parte, las pectinas son el grupo de polisacáridos de origen vegetal estructuralmente más complejo de la naturaleza, cuya estructura principal está compuesta por residuos de ácido D-galacturónico unidas por enlaces glucosídicos de tipo α -D-1,4. Son moléculas especialmente abundantes en las paredes de las células en crecimiento y división, así como en las partes “blandas” de los tejidos vegetales, como resultado la pectina determina la porosidad de la pared celular, y como consecuencia, el grado de disponibilidad de los sustratos.

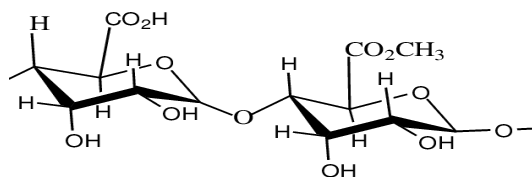


Figura 4. Estructura química de la pectina.

Las grasas y ceras se encargan de recubrir la fibra, pueden ser removidas con soluciones orgánicas. Este material ceroso está compuesto por diferentes tipos de alcoholes, los cuales son insolubles en agua y en ácidos (palmíticos, oleaginosos y esteáricos).

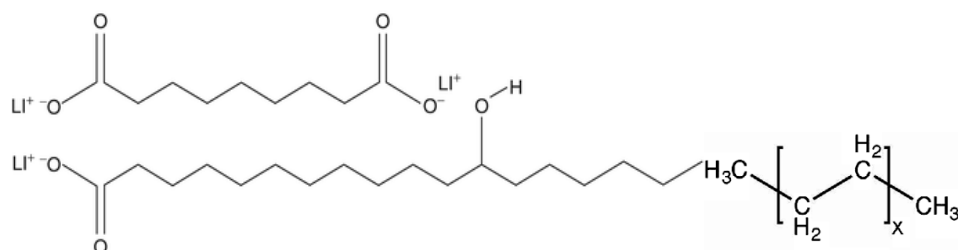


Figura 5. Estructura química general de grasas (izquierda) y ceras (derecha).

Biofibras a partir de *Hibiscus sabdariffa*

Investigaciones recientes, se han centrado en la obtención de otras materias primas para acceder a nuevas biofibras, en este sentido la planta de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*, *Malvaceae*), específicamente sus tallos ha tomado gran relevancia como materia de partida para la obtención de fibras naturales. La jamaica es originaria de Malasia y de la India, se caracteriza por ser un arbusto leñoso perenne que oscila los 2 – 2.5 m de altura, las hojas presentan de 3 – 5 lóbulos con una longitud de 8 – 15 cm. Las flores alcanzan los 8 – 10 cm de diámetro, cuentan con un característico color blanco a amarillo claro con una mancha roja en la base del pétalo, presentan un cáliz de 1 – 2 cm de ancho que alcanza los 3 – 3.5 cm una vez que el fruto alcanza la madures.

Esta planta es nativa de regiones tropicales y subtropicales. Contiene compuestos bioactivos como flavonoides, fenoles, taninos, saponinas, esteroides, resinas, aminoácidos, alcaloides, cumarinas y antocianinas. Las antocianinas son el grupo característico en cuanto a metabolitos secundarios se refiere presentes en *Hibiscus* s., son responsables de la pigmentación del cáliz y se tienen registros de la presencia de pelargonidinas, cianidinas, delfinidinas, peonidinas, petunidinas y malvidinas.

Debido a su relativa facilidad para producirse, su alta resistencia y su poca exigencia de nutrientes ya que puede crecer en suelos con una fertilidad y retención de humedad bastante bajas, el cultivo de esta planta se ha extendido por diversos países del mundo, mayormente países en desarrollo. Los países más destacados que cultivan *H. sabdariffa* son: China y Tailandia que son los principales proveedores del mundo, además de Egipto, Indonesia, México, entre otros. Al ser una especie transnacional *H. sabdariffa* recibe diferentes nombres, donde destaca Roselle.

En México, *Hibiscus sabdariffa* conocida popularmente como “jamaica”, es cultivada principalmente en los estados de Guerrero y Oaxaca, donde la demanda del producto es mayor, aproximadamente el 85% de la producción nacional se da en estos estados. A nivel nacional se cosechan cerca de 18 mil hectáreas, con un rendimiento de 265kg en promedio, la época de siembra se da en el periodo primavera – verano mientras que la cosecha se da en los meses de octubre y noviembre. Las fibras extraídas de la jamaica son de las menos trabajadas, pero con un gran potencial de explotación por sus compuestos bioactivos, sustentabilidad, entre otros aspectos. Las fibras del tallo o líber se



caracterizan por formar haces fibrosos en la corteza interna de la planta, nombradas fibras suaves.

En este sentido, se han iniciado algunas investigaciones para hacer uso del árbol de la jamaica para generar fibras sostenibles y ecológicamente amigables. Además, debido a la alta disponibilidad de la planta en México, los costos son relativamente bajos y la producción puede ser escalada. Los productores de jamaica pueden obtener otros productos a partir de los desechos de las podas del árbol y de esta forma generar fibras naturales con valor agregado que sumen a la economía circular de los agricultores de jamaica.

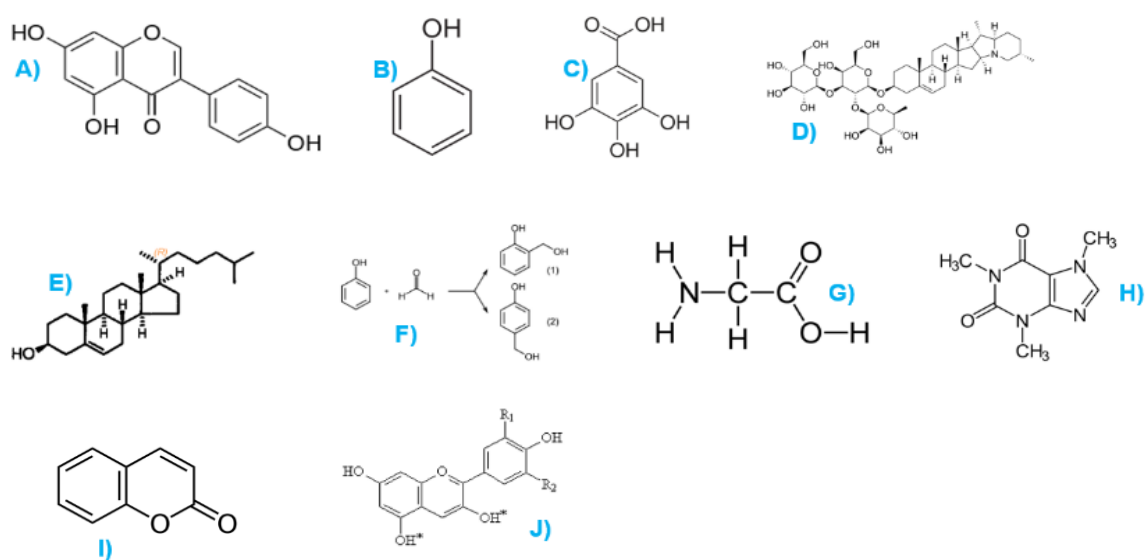


Figura 6. Principales metabolitos secundarios de *Hibiscus sabdarifa*, flavonoides (A), fenoles (B), taninos (C), saponinas (D), esteroides (E), resinas (F), aminoácidos (G), alcaloides (H), cumarinas (I) y antocianinas (J).

Conclusiones

El impacto ambiental causado por el uso de fibras artificiales y sintéticas nos invita a reflexionar sobre la importancia de adoptar un enfoque panorámico hacia la sostenibilidad en la industria textil. Al elegir fibras naturales, no solo estamos optando por materiales más respetuosos con el medio ambiente, sino también apoyando prácticas agrícolas que promueven la salud del planeta. Es crucial que tanto los consumidores como las empresas se comprometan a impulsar un cambio positivo hacia una producción más sostenible y consciente. Por otra parte, también es importante hacer un uso adecuado



sobre de la obtención de las fibras naturales, ya que los beneficios van más allá de su producción, debido a que malas prácticas pueden afectar la biodiversidad y la calidad del suelo. Es fundamental implementar prácticas agrícolas sostenibles para reducir este impacto y fomentar la regeneración de los ecosistemas. Además, es importante promover la transparencia en toda la cadena de suministro para garantizar que las fibras naturales se cultiven y procesen de manera responsable.

Bibliografía

- Abou-Sreea, A. I. B., Roby, M. H. H., Mahdy, H. A. A., Abdou, N. M., El-Tahan, A. M., El-Saadony, M. T., El-Tarabily, K. A., & El-Saadony, F. M. A. (2022). Improvement of Selected Morphological, Physiological, and Biochemical Parameters of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Grown under Different Salinity Levels Using Potassium Silicate and *Aloe saponaria* Extract. *Plants (Basel, Switzerland)*, 11(4), 497. <https://doi.org/10.3390/plants11040497>.
- Amoasah, B., Appiah, F. & Patrick, K. (2018). Effects of Different Drying Methods on Proximate Composition of Three Accessions of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Calyces. Amoasah et al.; *IJPSS*, 21(1), 1-8. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2018/38550>.
- Achebe, U., Ilodiva, C., Arubalueze, C. & Ibeh E. (2019). A comparative study on morphology, mineral and vitamin compositions of two variants of *Hibiscus sabdariffa* (L.). *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 4(1), 50-56. <https://doi.org/10.26832/24566632.2019.040108>.
- Abdelghany, A., Menazea, A. & Ismail, A. (2019). Synthesis, characterization and antimicrobial activity of chitosan/polyvinyl alcohol blend doped with *Hibiscus Sabdariffa* L. extract. *Journal of molecular structure*, 1197(3), 603-609. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019.07.089>.
- Akubueze, E. U., Ezeanyanoso, C. S., Muniru, O. S., & Nwaeche, F. C. (2019). Extraction and Characterization of Bast Fibres from Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Stem for Industrial Application. *JMSRR*, 2(4): 1-7. <https://doi.org/10.9734/JMSRR/2019/45087>.
- Ali, N. & Hoque, E. (2022). Bionanocomposites in the Automotive and Aerospace Applications. *Polymer Based Bio-nanocomposites*, (1), 237-253. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8578-1_13.
- Ayeni, A. (2021). Nutrient Content of Micro/Baby-Green and Field-Grown Mature Foliage of Tropical Spinach (*Amaranthus* sp.) and Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Foods*, 10(11), 2546. <https://doi.org/10.3390/foods10112546>.



- Bulea, M., Albelbeisi, A. H., Nikfar, S., Aminia, M. & Abdollahi, M. (2020). The antidiabetic and antilipidemic effects of *Hibiscus sabdariffa*: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Food research international*, 130, 108980. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.108980>.
- Amaya-Cruz, D.M., Perez-Ramirez, I.F., Ortega-Diaz, D. Rodriguez-García, M. E., Reynoso-Camacho, R. (2018). Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) by-product as functional ingredient: effect of thermal processing and particle size reduction on bioactive constituents and functional, morphological, and structural properties. *Food Measure*, 12, 135–144. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9624-0>.
- El-Ramady, H., Abdalla, N., Fawzy, Z., Badgar, K., Llanaj, X., Tör, G., Hajdú, P., Eid, Y. & Prokisch, J. (2022). Green Biotechnology of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.): A Sustainable Strategy for Myco-Remediation and Bio-Fermentation. *Sustainability*, 14, 3667. <https://doi.org/10.3390/su14063667>.
- Jabeur, I., Pereira, E., Barros, L., Calhella, R., Soković, M., Oliveira, B. & Ferreira, I. (2017). *Hibiscus sabdariffa* L. as a source of nutrients, bioactive compounds and colouring agents. *National Library of Medicine*, (1), 717-723. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.073>.
- Karakoti, A., Biswas, S., Aseer, J., Sindhu, N. & Sanjay, M. (2018). Characterization of microfiber isolated from *Hibiscus sabdariffa* var. altissima fiber by steam explosion. *Journal of natural fibers*. 17(2), 189-198. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1477085>.
- Kaddami, H., Arrakhiz, F., Hafs, O., EL-Assimi, T., Boulafrouh, L., Ablouh, E. H., Mansori, M., Banouni, H., Bouzit, S., Erchiqui, F. & Benmoussa, K. (2021). Implementation and Characterization of a Laminate Hybrid Composite Based on Palm Tree and Glass Fibers. *Polymers*, 13(19), 3444. <https://doi.org/10.3390/polym13193444>.
- Khodayari, A., Thielemans, W., Hirn, U., Van-Vuure, A. & Seveno, D. (2021). Cellulose-hemicellulose interactions - A nanoscale view. *Carbohydrate Polymers*, 270, 118364. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118364>.
- Lewandowska, M., Keyl, A., & Feussner, I. (2020). Wax biosynthesis in response to danger: its regulation upon abiotic and biotic stress. *The New phytologist*, 227(3), 698-713. <https://doi.org/10.1111/nph.16571>.
- Li, T. S. & Sulaiman, R. (2019). Color and Rehydration Characteristics of Natural Red Colorant of Foam Mat Dried *Hibiscus sabdariffa* L. Powder. *International journal of fruit science*, 20(6), 1-17. <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.16055577>.



- Mansour, R. & Ali, H. B. (2019). Investigating the Use of Chitosan: Toward Improving the Dyeability of Cotton Fabrics Dyed with Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Journal of natural fibers*. 18(2), 1-10. <https://doi.10.1080/15440478.2019.1675217>.
- Meftahizadeh, H., Ebadi, M., Baath, G. & Ghorbanpour, M. (2021). Variation of morphological and phytochemical traits in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) genotypes under different planting dates. *Acta Ecologica Sinica*, 42(6), 616-623. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.04.011>.
- Muralidharan, J., Galiè, S., Alonso, P., Bulló, M. & Salvadó, J. 2019. Plant-Based Fat, Dietary Patterns Rich in Vegetable Fat and Gut Microbiota Modulation. *Front. Nutr.*, 11 October 2019 Sec. *Nutrition and Microbes*, 6(157), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00157>.
- Qaseem, M. F., Shaheen, H. & Wu A. (2021). Cell wall hemicellulose for sustainable industrial utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110996. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110996>.