

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

FACULTAD DE QUIMICA

AREA DE FARMACOBIOLOGIA

"ESTUDIO DE LAS FIBRAS TEXTILES EN LA CRIMINALISTICA"

TESINA TEORICA PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTA

ANA LAURA ALVAREZ MENDEZ

QUERETARO, QRO.

FACULTAD DE
QUIMICA



1991

BIBLOTECA

No. Adq. 150684

No. Título

Glas. TS 363. 2562

A473C

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION	3
EVOLUCION E HISTORIA DE LAS FIBRAS TEXTILES	4
ANTECEDENTES HISTORICOS CON VALOR CRIMINALISTICO	7
CLASIFICACION DE LAS FIBRAS TEXTILES	8
A. FIBRAS NATURALES	9
A.1 FIBRAS DE ORIGEN VEGETAL	9
a) Fibras de semilla	9
ALGODON	10
CAPOK O FIBRA DE LA CEIBA	13
b) Fibras de liber con tres procedencias:	14
b.1 Fibras de tallo	14
LINO	14
CANAMO	15
YUTE	16
RAMIO	17
b.2 Fibras de hoja	18
HENEQUEN	18
ABACA	18
SANSEVIERA	19
b.3 Fibras de fruto	19
COCO	19
A.2 FIBRAS DE ORIGEN ANIMAL	20
a) Lana	20
b) Seda	22
c) Pelos	25
c.1 Pelos caprinos	25
MOHAIR	25
CACHEMIRA	25
c.2 Pelos camélidos	26
PELO DE CAMELLO	26
PELO DE ALPACA	27
PELO DE LLAMA	27
PELO DE GUANACO	27
PELO DE VICUNA	28
CRIN DE CABALLO	28
PELO DE BUEY	28
c.3 Pelos de roedores	29
PELO DE CONEJO	29
PELO DE GATO Y LIEBRE	29
A.3 FIBRAS DE ORIGEN MINERAL	30
FIBRAS DE AMIANTO	30

B. FIBRAS ARTIFICIALES	31
B.1 FIBRAS DE ORIGEN SEMISINTETICO	31
a) Fibras inorgánicas	31
FIBRAS DE VIDRIO	31
HILOS METALICOS	33
b) Fibras regeneradas	33
b.1 Derivadas de celulosa	33
RAYONES	34
RAYON CUPRAMONIO	34
RAYON VISCOZA	34
ESTERES	35
TRIACETATO	35
ACETATO	36
ETERES DE CELULOSA	36
b.2 Derivadas de proteínas	37
FIBRAS DERIVADAS DE CASEINA	37
FIBRAS DERIVADAS DE PROLAMINA (MAIZ)	38
c) Misceláneas	39
FIBRA DE ALGINATOS	39
B.2 FIBRAS DE ORIGEN SINTETICO	39
a) Fibras de combinaciones por polimerización	40
a.1 Fibras poliolefinicas .	41
POLIETILENICAS	41
POLIPROPILENICAS	42
a.2 Fibras poliacronitrílicas	42
a.3 Fibras de alcohol polivinílico	43
a.4 Fibras de cloruro de polivinilo	44
a.5 Fibras de cloruro de polivinilideno	44
a.6 Fibras de tetrafluoruro de polietileno	45
b) Fibras de combinaciones de poliadición	45
FIBRAS DE POLIURETANOS	46
c) Fibras de combinaciones de policondensación	47
c.1 Fibras de poliéster	47
c.2 Fibras poliamídicas	48
TINCION DE FIBRAS	49
VALOR INDICIARIO DE LAS FIBRAS	52
CASOS EN LOS CUALES LAS FIBRAS PUEDEN TENER	
VALOR COMO EVIDENCIA	53
LIMITACIONES DE LAS FIBRAS COMO EVIDENCIA	54
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56

INTRODUCCION

El uso de las fibras textiles en la fabricación de ropa, adornos y objetos de uso doméstico, se remonta a las culturas más antiguas de la humanidad. En México, algunas de ellas como la maya o la inca, aplicaron métodos rudimentarios para la obtención de hilados, tejidos y teñidos con colorantes naturales.

El valor de éstos elementos como indicios encontrados en el lugar de los hechos, se ha reconocido desde hace más de 75 años. Kirk y otros autores, han publicado algunos métodos que pueden emplearse en el examen y comparación de las fibras, demostrando la necesidad de evaluar las técnicas comunmente usadas en el laboratorio de criminalística, ya que éstas carecen en ocasiones de la especificidad y sensibilidad requeridas, por lo que podemos inferir, que el camino está abierto en cuanto a la realización de estudios más profundos en dicha área.

EVOLUCION E HISTORIA DE LAS FIBRAS TEXTILES

Cuando el hombre primitivo sintió la necesidad de cubrir su cuerpo para protegerlo de las agresiones del tiempo recurrió a los elementos que la naturaleza le proporcionaba: las hojas de los vegetales y la piel de los animales. Con el tiempo desarrolló técnicas que le permitieron aprovechar mejor las pieles y utilizar las fibras de origen animal y vegetal que disponía, naciendo así la artesanía de los tejidos y posteriormente la industria textil.

Más tarde se introdujeron las fibras químicas que poseen propiedades ventajosas de las que carecen las naturales en algunos aspectos, es por eso que cada día se procura el perfeccionamiento de ellas.

INFORMACIONES HISTORICAS SOBRE FIBRAS TEXTILES

Siglo IX A.C.

----- En la India se plantaba el cáñamo y desde ese país el cultivo comenzó a extenderse hacia occidente. Los romanos utilizaban cáñamo para las cuerdas de los navíos, pues sabían que era resistente al agua de mar.

Siglo III A.C.

----- El ramio era una de las fibras más conocidas y en China era la más importante. Es la fecha que se asigna a los restos más antiguos de tejido de algodón asiático, que se encontraron en la India. Más tarde, los árabes llevaron el algodón a Europa. El algodón americano tuvo su origen en México y Perú. Se debe aceptar como algo cierto el hecho de que el algodón se cultivaba en América desde antes de Cristo.

Hace 4000 años.

----- Se cría en China el gusano de seda. Durante siglos, la fabricación de la seda fue un secreto del pueblo chino y su revelación era castigada con la pena de muerte; solo se permitía exportar artículos manufacturados que llegaban al Oriente Medio en caravanas, las vías de la seda, pasando por el Turquestán oriental, Pamir e Irán. De ahí llegaba a Europa por mar. Este transporte que duraba años, encarecía el producto, de manera que solo podían comprarlo personas ricas.

Comienzos del siglo XIX

----- La fibra de sisal alcanza importancia económica. Es originaria de México, particularmente, de la península de Yucatán. Los embarques se hacían inicialmente en el puerto de Sisal, lo que dió su nombre a la fibra.

1834

----- El químico alemán Schoenbein descubrió la solubilidad de la celulosa.

1835

----- El suizo Audmars trató fibras de entrecorteza de morera con ácido nítrico, disolviéndolas después en alcohol y éter. Se formó una solución coloidal de la que podían extraerse hilos con la ayuda de una punta de acero. Sin embarco, éstos no tuvieron aplicación para fines textiles.

1840

----- Las plantaciones del cocotero en la India se hacen en gran escala.

1862

----- El francés Ozanam entregó a la Academia de París un memorandum en el que describía la producción de hilos artificiales con la ayuda de una hilera.

1869

----- En éste año se obtuvo el primer resultado práctico. El conde francés De Chardonnet presentó en la Exposición Mundial de París los primeros vestidos hechos con nitrocelulosa artificial.

1892

----- Los ingleses Cross y Bevan descubrieron el proceso de la viscosa, nueva manera de transformar la celulosa en un líquido viscoso para hilados.

1897

----- El inglés Topham logró producir hilados de viscosa. En el mismo año, los alemanes Fremery y Urban presentaron su seda artificial. Se trataba de un hilo hecho con una solución de celulosa en óxido de cobre amoniacal.

Durante el siglo XIX

----- La fibra de lino encontró una fuerte competencia en el algodón, éste último con la ventaja de que inmediatamente después de la recolección se podía hilar mediante una elaboración a beneficio.

1904

----- El farmacéutico alemán Todtenhaupt logró producir una fibra textil de albúmina láctea.

1912

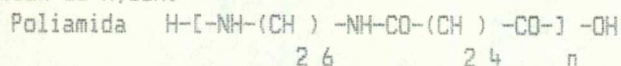
----- El rayón viscosa (Celulosa-OH) y la fibra de cobre amoniacal hicieron antieconómica la fabricación de nitrocelulosa que era muy inflamable y no poseía solidez de colores.

1927

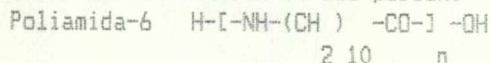
----- El profesor alemán Staudinger descubrió que las fibras naturales se componen de macromoléculas que en química ya se sabían producir y logró fabricar la primera fibra sintética de formaldehído.

1935

----- El químico norteamericano Carothers desarrolló la producción de nylon:



y el químico alemán Schlack la del perlón:



1937

----- El químico alemán Bayer y sus colaboradores descubrieron el principio de la poliadición y produjeron el poliuretano.

1939

----- La empresa Du Pont de E.U. comenzó a vender nylon en gran escala.

1941

----- Whinfield y Dickson descubrieron en Inglaterra las fibras de poliéster.

1942

---- El químico alemán Rein descubrió la producción de fibras químicas de poliacrilonitrilo y simultáneamente la Du Pont anunció lo mismo en los E.U.A.

1961

---- Las fibras naturales aportaron el 79% de la materia prima utilizada por la industria textil, las fibras celulósicas el 17% y las fibras artificiales no celulósicas el 4% restante.

1977

---- La producción de fibras naturales solo contribuyó al 39% del consumo en productos textiles, en tanto las fibras celulósicas representaban el 10% y las artificiales no celulósicas el 50%.

ANTECEDENTES HISTORICOS CON VALOR CRIMINALISTICO

1859

---- Un investigador de la policía de Basilea, Suiza, aclaró la muerte de un sujeto presuntamente asesinado, al demostrar la presencia, en las manos del cadáver, de fibras semejantes a las del lazo con el que aparecía suspendido. Ello apoyó la hipótesis de que se trataba de un suicidio.

1893

---- Hans Gross inicia la época de la investigación criminalística cuando sistematiza los conocimientos científicos en su "Manual del Juez de Instrucción".

1908

---- A fin de aclarar un hecho delictivo, George Popp, químico de Frankfurt, logró detectar la presencia de fibras de algodón en el barro de la suela de un sospechoso, posteriormente, identificó la falda de la occisa Margaret Filbert como el origen de las mismas. Sin lugar a dudas, Popp fue el precursor de una nueva etapa en la investigación criminalística, al aplicar algunas técnicas analíticas de la química, al estudio de los pequeños indicios.

1950

---- El doctor Max Freud-Sulzer reconoció la importancia y utilidad del microscopio complementado con diferentes

sistemas de iluminación como son: contraste de fases, campo oscuro, polarización y fluorescencia, aplicados al examen de pequeños indicios. Asimismo, se preocupó por desarrollar varias técnicas para recolectar las fibras en el lugar de los hechos, empleando para ello una cinta adhesiva con un pegamento químicamente inerte, y por último destino la cromatografía en el papel para el estudio de los tintes.

La evolución de la industria textil, al trabajar no solo fibras de origen animal o vegetal, sino también sintéticas y, la utilización de nuevos tintes y colorantes, trajo como consecuencia el desarrollo de técnicas y métodos cada vez más sofisticados y se han ido modificando de acuerdo a las necesidades de los laboratorios y a los avances tecnológico.

CLASIFICACION DE LAS FIBRAS TEXTILES

=====

A. FIBRAS NATURALES

A.1 Fibras de origen vegetal

- a) fibras de semilla
- b) fibras de líber
 - b.1 fibras de tallo
 - b.2 fibras de hoja
 - b.3 fibras de fruto

A.2 Fibras de origen animal

- a) lana
- b) seda
- c) pelos
 - c.1 pelos caprinos
 - c.2 pelos camélidos
 - c.3 pelos de roedores

A.3 Fibras de origen mineral

- a) amianto

B. FIBRAS ARTIFICIALES

B.1 Fibras de origen semisintético

- a) fibras inorgánicas
- b) fibras regeneradas
 - b.1 fibras derivadas de celulosa
 - b.2 fibras derivadas de proteínas
- c) misceláneas

B.2 Fibras de origen sintético

- a) fibras de combinaciones por polimerización
 - a.1 poliolefínicas: polietileno y polipropileno
 - a.2 poliacronitrílicas
 - a.3 fibras de alcohol polivinílico
 - a.4 fibras de cloruro de polivinilo
 - a.5 fibras de cloruro de polivinilideno
 - a.6 fibras de tetrafluoruro de polietileno.
- b) fibras de combinaciones de poliadición
 - b.1 poliuretanos
- c) fibras de combinaciones de policondensación
 - c.1 poliéster
 - c.2 poliamida

A. FIBRAS NATURALES

=====

Son aquellas que se encuentran en la naturaleza como tales y el hombre solo las adecúa para su utilización. Los animales, minerales y vegetales disponibles en el medio ambiente proporcionan al hombre variadas fibras para la elaboración de telas. El empleo de éstas estuvo condicionado a la disponibilidad de fuentes de aprovisionamiento. Estas fibras, después de limpiadas, son cardadas o alineadas para ser hiladas mediante torcido o trenzado. Inicialmente los hilos contenían fibras de una sola especie pero ahora es común la mezcla con fibras artificiales, lo que proporciona mayor resistencia a las telas y mejora su comportamiento al arruqamiento, ensuciamiento, lavado y planchado.

A.1 FIBRAS DE ORIGEN VEGETAL

Los constituyentes principales de las fibras vegetales son la celulosa y la lignina; ésta última es una forma modificada de la primera y su existencia en mayor o menor cantidad le da ciertas características a la fibra vegetal en particular. Las fibras vegetales se subdividen según su colocación dentro de la planta en:

- a) Fibras de semilla: Están situadas junto a las semillas y se obtienen desprendiéndolas de éstas. Ejemplos representativos son el algodón y el capok.

ALGODON

Está constituido por los pelos epidérmicos de las semillas del *Gossypium* (familia malvaceae). Las plantas son arbustos o pequeños arboles que producen cápsulas con tres a cinco cavidades que contienen numerosas semillas envueltas por una borra pelosa, que constituye el algodón. La mayor parte de los algodones americanos proceden del *G. barbadense* (algodón "Sea Island") y *G. herbaceum* (algodón de Upland, Texas y Nueva Orleans).

CLASIFICACION: Se hace siguiendo un orden o norma establecida para cada procedencia, teniendo en cuenta diversos aspectos, de los cuales los más importantes y básicos son: grado, color, longitud y preparación.

El "grado" de la fibra se basa en tres características: color, limpieza y preparación.

Al fijar el "grado", se entiende por "color" que la fibra sea del blanco más puro y brillante posible, siendo el de grado más alto el que tenga la fibra con mayor blancura y brillo; por "limpieza" se entiende la ausencia de materias extrañas, tales como restos de cáscara y semillas rotas, pedazos de hojas, etc., siendo más alto el grado cuanto más limpia sea la fibra; y por "preparación" se entiende un buen despepitado en cuyo producto no haya fibras rotas, linters, motas o neps, ni fibras muertas e inmaduras, etc., siendo más alto el grado cuanto mejor se haya efectuado dicha preparación.

Así el mejor grado, o sea el número 1, es aquel en el que coinciden la máxima blancura, con la máxima limpieza y la mejor preparación.

En la norma de estos algodones figuran nueve grados que son los siguientes:

NUMERO

- 1 Middling Fair (hermoso corriente)
- 2 Strict Good Middling (completamente bueno corriente)
- 3 Good Middling (bueno corriente)
- 4 Strict Middling (completamente corriente)
- 5 Middling (corriente)
- 6 Strict Low Middling (completamente corriente bajo)
- 7 Low Middling (corriente bajo)
- 8 Strict Good Ordinary (completamente ordinario bueno)
- 9 Good Ordinary (ordinario bueno)

- 10 En ocasiones se añade un grado número 10 llamado Ordinary cuando es inferior al grado 9, pero no como parte de la norma oficial.

Cada uno de éstos grados acostumbra dividirse en cinco subclases denominadas "Normas de color", las cuales tienen siempre un demérito sobre el precio fijado para el grado correspondiente, ya que constituyen defectos para la fibra, y casi siempre son debidos al poco cuidado en la recolección o aun almacenamiento en malas condiciones:

NUMERO

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 | Spotted (ligeramente manchado) |
| 2 | Tinged (coloreado) |
| 3 | Stained (manchado) |
| 4 | Greysh (agrisado) |
| 5 | Bruish (azulado) |

Además, según la longitud, las 45 calidades diversas de algodones se clasifican en los siguientes grupos:

Fibra muy corta $3/4$ " o menos. Se emplea muy poco en hilatura y se usa para forros, rellenos y quatas.

Fibra corta de $13/16$ a $15/16$ ". Hilable en números gruesos.

Fibra media de $15/16$ a $1\ 1/8$ ". Constituye la mayor parte de la fibra.

Fibra larqa de $1\ 1/8$ a $1\ 3/8$ ". Longitud máxima de esta clase de fibras.

Fibra extralarqa más de $1\ 3/8$ ", la cual se encuentra únicamente en algodones "Sea Island" y egipcios.

Con el nombre de "character" se definen aquellos elementos que no se hallan comprendidos en los factores "grado y longitud" y que no obstante, tienen determinado valor en las cualidades necesarias para un buen algodón, tales como su resistencia, finura, uniformidad, torsión, flexibilidad, madurez, elasticidad, cohesión, etc., clasificándose así según el "character" en "fuertes" o "débiles", "duros" o "suaves", etc.

HILATURA DEL ALGODON: Tiene por objeto agrupar un conjunto de fibras sueltas de diferentes longitudes, colocadas más o

menos paralelas y liqadas por torsión, con lo que se obtiene una hebra continua a la que le damos el nombre de hilo.

ESTRUCTURA DE LA FIBRA: Se compone de tre partes.

- a) Cutícula: Es una membrana externa tubular que consiste en un tipo de celulosa muy tenaz, en forma de corteza.
- b) Celulosa: Esta depositada en capas bajo la cutícula, lo que hace que la membrana celular sea cada vez más espesa.
- c) Lumen: Es un canal hueco cuyo diámetro es minúsculo y se presenta al finalizar el crecimiento de las fibras con desarrollo normal.

MICROSCOPIA DEL ALGODON MADURO: Su longitud es de hasta 5 cm. La fibra no conserva su forma redonda sino que toma la forma de un tubo achatado que se desmorona, quedando como banda. Este tubo sufre una serie de torceduras que varían de 75 a 150 por centímetro debido a la tensión superficial.

Las torsiones en forma de S y Z, se distribuyen en forma irregular sobre la fibra y se dice que son de forma helicoidal.

Estas torsiones, junto con la superficie áspera de la fibra, son la causa de la facilidad del hilado.

COMPOSICION MEDIA DEL ALGODON EN TANTO POR CIENTO:

Celulosa	84.00
Hemicelulosa y pectinas	6.00
Proteínas	1.50
Grasa y ceras	0.50
Cenizas y residuos	1.50
Aqua	6.50

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL ALGODON:

Longitud de la fibra: En general de 13 a 40 mm.

Superficie de la fibra: Forma de cinta, como un tubo achatado, con torsiones irregulares S y Z, que le dan buena capacidad de hilado.

Prueba de rotura: En la rotuara de hilos, son medio claros a sofocados. Hilo que revienta, sin punta, cerrado.

Higroscopicidad: Absorbe 8.0 a 8.5% de humedad del aire, cuando el clima es normal; 32% cuando la humedad relativa es del 100%.

Capacidad de blanqueo y teñido: El algodón y sus productos se pueden blanquear en el momento que se desee. El tinte se puede aplicar con la máxima garantía. No es conveniente teñir las fibras, porque el algodón crudo contiene muchas impurezas.

Comportamiento con ácidos y lejías: Los ácidos débiles casi no atacan a la fibra, mientras que los ácidos fuertes la destruyen. Las lejías no tienen acción destructiva y se pueden utilizar en procesos de acabado.

USOS DEL ALGODÓN: Principalmente en la producción de tejidos lavables, tales como las telas en general y mallas para ropa interna y externa. también para ropa de cama y mesa. Por ser un buen absorbente de la humedad se usa para toallas, lienzo, paños de limpieza y secadores. Es ampliamente utilizado por su resistencia en capas para muebles, tejidos pesados (como velas de barcos y toldos de automóviles), correas de accionamiento, bandas o esteras transportadoras y cintas para maquina de escribir.

Se utiliza también para artículos de cordonería, cuando tengan que ser muy flexibles, como en las bandas de accionamiento de husillos y ruelas para hilos finos. Otro campo es el llenado sintético en las materias plásticas; en el área quirúrgica las fibras cortas de desecho de peinado son utilizadas para la elaboración de las mejores calidades de algodón medicinal, gasas y vendas. Además en el fuselaje de aviones y en fumigadores.

CAPOK O FIBRA DE LA CEIBA

=====

Esta constituida por los pelos de los frutos de varios miembros de la familia de los alquodneros; crecen en la parte interna de la pared de los frutos. El pelo de la borra es sedoso, más fino y con menor resistencia a la rotura que el algodón. Las semillas, completamente lisas, se encunetran en el eje longitudinal del fruto y están envueltas en las fibras. Una especie es "Ceiba pentandra Gaertn" aunque también estan el *Bombax pentadrum* y el *Calotropis gigantea*.

OBTENCION DE LAS FIBRAS: La ceiba es un árbol que crece aisladamente en la selva virgen, alcanza una altura de 25 metros y diámetro de tronco de 1.5 a 2 metros. Producen a partir del tercer año los frutos en forma de vainas.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE CAPOK:

Longitud de la fibra: 15 a 35 mm; en algunos tipos sólo de 10 a 20 mm.

Superficie de la fibra: Muy lisa, casi sin estructura. En la fibra se encuentra una sustancia del tipo de la cera, que protege a la fibra contra la humedad, pero la deja lisa. La capa de cera se puede separar con alcohol y así la superficie se queda más áspera favoreciendo el hilado.

Densidad: 0.3 a 0.36 g/cm³ porque la célula está llena de aire.

1.32 a 1.40 g/cm³ de la sustancia fibrosa pura y sin aire.

Higroscopicidad: Tolerancia combinada de humedad 10.9%.

Absorción de humedad: Por su contenido es una grasa natural absorbe la humedad con gran lentitud.

USOS DEL CAPOK: Debido a su elevada capacidad para flotar (la densidad del capok es inferior a la de la corteza) se usa para llenar cinturones de natación. Cuando se escoje una presión adecuada, el chaleco salvavidas soporta 35 veces el peso del relleno. Este poder de flotación disminuye en un plazo de 30 días sólo un 10%, suponiendo que no se retire del agua.

Otros usos son principalmente como material de relleno de colchones, almohadas, colchas y como material adicional en la producción de cartones alquitranados. Su uso para hilados es muy reducido. Como la superficie lisa hace difícil el hilado de capok puro, éste se mezcla en general, con algodón o fibras para hilados de viscosilla (fibras celulósicas); esto es aconsejable debido a la reducida resistencia de las fibras.

b) Fibras de líber con tres procedencias:

b.1 Fibras de tallo: Se encuentran dentro del tallo de plantas fibrosas y que hay que obtener del mismo mediante un procedimiento especial. Ejemplos son el lino, cáñamo, yute y ramio.

LINO (CL)

=====

Se elabora a partir de las fibras pericíclicas del tallo de *Linum usitatissimum* (Familia Linaceae). La fibra no está

lignificada y tiene los extremos finamente puntiaudos, variando su diámetro de 12 a 25 micrómetros. La longitud es de 25 a 30 mm., aunque algunas pueden alcanzar 120 mm.

COMPOSICION MEDIA DEL LINO EN TANTO POR CIENTO

Celulosa	75.00
Hemicelulosa y pectina	5.00
Proteínas	3.50
Grasas y ceras	2.50
Cenizas y residuos	5.00
Aqua	9.00

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL LINO:

Longitud de la fibra: Fibra sencilla aproximadamente 25 mm.
Fibra larqa de 40 a 70 cm.
Estopa de 20 a 35 cm.

Superficie de la fibra: Lisa.

Prueba de rotura: En hilos, las puntas de rotura son larqas, ríqidas y se separan.

Densidad: Lino crudo 1.48 g/cm³.

Lino blanqueado 1.55 g/cm³.

Capacidad de blanqueado y teñido: Muy buena; es posible un teñido de máxima qarantía.

Comportamiento ante ácidos y lejías: Los ácidos concentrados atacan a la fibra, sobre todo el ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y ácido nítrico. La lejía fuerte ataca también a las fibras mientras que las débiles no las perjudican.

USOS DEL LINO: Los hilos de lino se utilizan en la confección de ropa de cama, manteles, servilletas, paños para enjuagar vajillas y tejidos para ropa en general. Además se utiliza como borra para llenar colchones, telas para velas de barcos y lonas de máxima resistencia.

CANAMO (CH)

=====

Esta fibra se obtiene de los tallos de la planta Cannabis sativa, cuya subespecie es el cáñamo de la India (Familia Cannabinaceae). Los tallos alcanzan una altura de 1.5 a 3 metros. La fibra está compuesta en su mayor parte de celulosa que ha tenido una ligera lignificación, siendo el porcentaje de celulosa menor que en el lino.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL CANAMO:

Longitud de la fibra: Fibra sencilla 20 a 25 mm.

Fibra larga 100 a 300 cm.

Estopa 30 a 40 cm.

Superficie de la fibra: Lisa.

Prueba de rotura: En hilos, son claros, las puntas de la rotura son largas, rígidas y evidentes.

Higroscopicidad: Absorción de humedad en 100% de humedad relativa hasta 24% del peso en seco.

Capacidad de blanqueado y teñido: Permite el blanqueo y el tinte; pero no es común.

Comportamiento ante los ácidos y lejías: Los ácidos concentrados atacan a la fibra, así como las lejías fuertes pero las lejías débiles resultan inofensivas.

USOS DEL CANAMO: Para elaborar artículos comerciales, como cuerdas para atar, cordeles, cabos y cordajes para la navegación. Como tiene la propiedad de que al mojarse, se hincha, el tejido se hace más compacto y por esto se usa en la fabricación de toldos y juntas en las conexiones atornilladas de tuberías.

En la industria textil pesada se usa para tiendas, grandes lonas, paños para filtros y velas de navíos. También se utiliza en cinturones, cintas de soporte y materiales para la industria de las redes usadas en la pesca, tenis y cordonería.

YUTE (CJ)

=====

Se compone de las cuerdas trenzadas de las fibras liberianas de la corteza del tallo de *Corchorus capsularis*, *C. olitorius* y otras especies de *Corchorus* de la Familia Tiliaceae. Son plantas anuales de unos 3 a 4 metros de altura.

CARACTERISTICAS ESPECIALES: Pierden con rapidez una parte de su resistencia cuando están bajo la acción de la luz, calor o humedad. El calor húmedo provoca una rápida putrefacción.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL YUTE:

Longitud de la fibra: 1.5 a 4 mm.

Superficie de la fibra: Lisa.

Capacidad de blanqueo y teñido: Son posibles pero no comunes.

Comportamiento con ácidos y lejías: Es muy sensible a los ácidos pero las lejías no lo perjudican.

USOS DEL YUTE: Se hacen tejidos para embalajes como son los sacos de arroz, café y azúcar, así como también el tejido para embalaje en que se ponen los fardos, para coserlos. Para elaborar artículos de cordonería baratos, tejidos para revestimientos, cintas, pasaderas y bases para linóleo y alfombra. En el relleno se utilizan como revestimiento de resortes y centros de muebles. En la industria de las cuerdas se emplea el yute para enrollar cuerdas.

RAMIO (CR)

=====

Se extraen de los tallos de las plantas de ramio (tipos de Boehmeria) que forman parte de la familia de las urticáceas y las más importantes son Boehmeria nivea chinensis y Boehmeria nivea índica.

PROPIEDADES ESPECIALES: Es óptima su resistencia contra las bacterias de putrefacción y formación de hongos. Tiene gran resistencia frente a los cambios de humedad y temperatura. Resiste mucho al desgaste.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL RAMIO:

Longitud de la fibra: Entre 60 y 150 mm.

Superficie de la fibra: Fina y sedosa.

Prueba de rotura: En hilos, son claros y duros.

Higroscopicidad: Muy alta, de hasta 31% del peso en seco.

Capacidad de blanqueo y teñido: Óptima; se obtienen colores luminosos, saturados.

Comportamiento con ácidos y lejías: Los ácidos fríos no le perjudican; los muy calientes destruyen la fibra. Las lejías no perjudican a la fibra a excepción de las muy calientes y concentradas.

USOS DEL RAMIO: Debido a sus buenas propiedades, el ramio se puede usar en todas las ramas de la industria textil para hilos de tejedura, torzal para coser y artículos de cordonería de todos los tipos. Los productos acabados de ramio son ropas domésticas, servilletas para mesa, encajes, mallas para sombreros, cintos, tejidos técnicos, correas especiales, esteras transportadoras, toldos y tejidos para

tiendas, redes para pescar y velas para navíos. Los hilos de ramio se emplean en la producción de felpas y tejidos decorativos, debido a su buena capacidad de recibir teñidos. Además se utiliza para producir camisas de gas incandescentes. En la industria papelera fabricar tipos de papeles de alto valor, papel moneda, valores de bolsa y papel para cigarrros.

b.2 Fibras de hoja: Se encuentran en las largas hojas de una serie de plantas y pueden aislarse quitando la pulpa de las hojas. Ejemplos son el henequén, abacá y sansevieria.

HENEQUEN, SISAL O AGAVE (CS)

=====

Estas fibras se extraen de las hojas de la planta Aqave sisalana y Aqave cantala. Es una planta resistente y lista para la recolección después de 6 a 7 años.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL SISAL:

Longitud de la fibra: Fibra individual 2.5 a 3 mm.

Fibra técnica 60 a 120 cm.

Superficie de la fibra: Lustrosa.

Capacidad de teñido: Optima; colores luminosos y claros.

USOS DEL SISAL: Como hilo para atacar cosechas, cordeles, brabante de embalajes, hilos de cuerdas de refuerzo para cabos de alambre, tuberías, redes, además de pasaderas y tapetes. Los artículos hechos con sisal son resistentes porque la fibra posee una alta resistencia al desgaste.

ABACA

=====

Se obtiene del tronco aparente de un tipo de bananero (*Musa textilis*) que no produce frutos. Del bloque de las raíces brotan las hojas, que rodean al eje de flores, densamente encajadas entre sí para formar una especie de tronco que alcanzan 6 metros de altura y hasta 50 cm. de diámetro. Al cabo de tres años la planta se corta por primera vez, al ras del suelo. Entre los 6 y 8 meses crece otro tronco aparente que se puede cortar de nuevo.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL ABACA:

Longitud de la fibra: Fibra técnica 120 a 250 cm.

Fibra individual 6 mm.

Textura: Dura.

Capacidad de teñido: Es posible pero no se usa.

USOS DEL ABACA: Se fabrican hilos gruesos de cordajes, redes, hilos embutidos para cuerdas de alambre, cestos, materiales de embalaje y cuerdas muy duraderas.

SANSEVIERA

=====

Se obtiene de varios tipos de plantas Sansevieria de Africa tropical, se equipara a la fibra de sisal, en longitud, color y consistencia; en México se conoce como "lenqua de vaca".

b.3 Fibras de fruto: Pueden encontrarse en la envoltura de algunas clases de frutos. El ejemplo más importante es el coco.

COCO (CK)

=====

Esta fibra proviene del cocotero común (Cocos nucifera). Es la única fibra de frutos que se utiliza en cantidades dignas de mención. El tronco alcanza un diámetro de 30 a 70 cm y una altura de hasta 30 metros. El cocotero crece con bastante rapidez y llega a una edad de casi 100 años.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL COCO:

Longitud de la fibra: 15 a 33 cm.

Textura: Dura y bastante áspera.

Capacidad de teñido: Muy buena; aunque sólo con colores que persistan obtener una buena cubierta.

USOS DE LA FIBRA DE COCO: Las fibras largas para la industria de los cepillos, llamadas cerdas.

Las fibras cortas, usadas como material de relleno y para almohadas, que reciben el nombre de matress.

También se usa en la fabricación de colchones para saltos, pasaderas, tapetes, esteras para limpiarse los pies y cordajes especiales para barcos y escobas.

A.2 FIBRAS DE ORIGEN ANIMAL

Múltiples son los animales de los que el hombre ha obtenido elementos que han sido empleados para la elaboración de textiles; estos materiales animales se componen de albúmina animal y se clasifican de la siguiente manera.

a) Lana: Este nombre se refiere sólo a las fibras de las ovejas y los carneros.

LANA (WO)

=====

Se le da el nombre de lana exclusivamente al pelo de las ovejas y carneros, y es una de las principales materias textiles, empleadas en el mundo entero.

PARTES DEL PELO DE LA LANA:

a) Bulbo o raíz: Forman la parte interior del pelo que arranca de la dermis del animal y se halla rodeado de dos tipos de glándulas secretoras.

1. Glándulas que segregan ácidos grasos y sales minerales (principalmente sales potásicas) que dan al pelo la consistencia suficiente para resistir la acción de los rayos solares y otros agentes atmosféricos durante su crecimiento.

2. Glándulas sebáceas que segregan las grasas o ceras que cubren el pelo haciéndolo impermeable.

b) El pelo propiamente dicho: Constituido por la parte exterior y que sale de la epidermis. Este se halla en constante crecimiento y se presenta en forma de pelos grasosos. Miden de 2 a 50 cm de longitud y de 15 a 100 micras, generalmente de 13 a 40 micras de diámetro, aunque éste decrece desde la base hasta la punta.

MICROSCOPIA: Se distinguen tres regiones.

Cutícula: Compuesta de las escamas epiteliales, imbricadas, aplanadas y más o menos traslúcidas.

Corteza: Se compone de células alarqadas y fusiformes unidas en una masa córnea, en la cual se encuentran a veces esparcidas células pigmentadas.

Médula: Constituida por células redondeadas o poliédricas que contienen materia grasa o pigmentos. La médula varía en su diámetro, que no es continuo a lo largo de todo el pelo aunque por lo general es casi un tercio del diámetro. La lana se presenta en forma tubular con ondulaciones que no llegan a retorcerse, existiendo ondulación:

super arqueada
arcos altos
arqueada normal
arcos ligeros y
lisa.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LA LANA:

Longitud de la fibra: Merino 4 a 10 cm.
Cheviot 15 a 25 cm.
Cruces 12 a 15 cm.
Leicester 30 a 50 cm.

Superficie de la fibra: Cubierta de escamas.

Brillo: En general, opaco hasta luminoso.

Color: Blanca natural, café, negra y también manchada. El color oscuro natural, en la mayoría de los casos café, no tiene generalmente solidez ante la luz. Los tipos de lana oscura se procesan muchas veces con sus colores naturales. No se pueden blanquear y sólo se pueden cubrir con colores oscuros.

Conservación del calor: Optima, puesto que la lana es mala conductora del calor. Además, la ondulación de la lana produce innumerables espacios huecos llenos de aire que bloquean la salida del calor.

Textura: Caliente. Los tipos puros tienen una textura suave y los rústicos son más duros.

Composición química: Formada de keratina y suintina.

KERATINA: 50% de carbono
22-25% de oxígeno
16-17% de nitrógeno
7-8% de hidrógeno
2-4% de azufre

SUINTINA: Se compone de una gran variedad de grasas o ceras procedentes del propio animal, entre ellas tenemos la lanolina que tiene como base al colesterol.

Higroscopicidad: Muy alta, absorbe hasta 40% de su peso en seco, sin dar la sensación de estar húmeda.

Posibilidad de blanqueo: El tono amarillento natural se puede eliminar mediante el blanqueo con ácido sulfúrico o peróxido de hidrógeno.

Capacidad de teñido: Buena aunque tiene límites para la absorción de colorantes.

Comportamiento ante ácidos: Bastante resistente al ácido sulfúrico. Aqueando ácidos débiles a la lejía de lavado, éste mejora el poder luminoso de los colores e impide que los colorantes se salgan. La textura áspera causada por la lejía de lavado desaparece cuando la prenda se enjuaga con agua acidulada.

Comportamiento ante lejías: La lana es sensible a las lejías débiles, incluso al agua jabonosa muy caliente. Cuando se hierve en lejía de sosa cáustica, se disuelve por completo.

USOS DE LA LANA: La lana se hila sola o mezclada con otras fibras para hilados, formando hilo peinado o cardado. Con estos hilos se fabrican: tejidos para ropa interior y exterior, artículos de mallas, calcetas, calcetines, cubiertas para muebles, mantas, tapetes, tejidos para zapatos, corbatas y fieltros. Con hilos peinados y cardados se elaboran hilos para labores de punto, hilo para bordar y para tejer. Con lana no hilada se producen sombreros, ropa, así como artículos para fines técnicos.

b) Seda: Es una secreción glandular viscosa de diversas especies de *Borilyx*.

SEDA

====

La seda es la hebra o baba segregada por ciertas clases de larvas, con la cual forman los capullos en que se envuelven cuando llega el momento de efectuar su metamorfosis para pasar del estado de gusano al de mariposa. Estas larvas pertenecen al orden de los lepidópteros, familia de los borricadas, y aunque se conocen una gran variedad de los mismos, los más extendidos son los que se conocen con los nombres de "*Bombyx mori*", "*Antherea*" y "*Attacus*".

El primero produce la clase de fibras denominadas "sedas domésticas" y se alimenta de la morera blanca y el moral negro.

El gusano de las variedades "*Attacus*" y "*Antherea*", viven y se producen en estado salvaje alimentándose casi exclusivamente con hojas de roble.

La seda es la única materia prima textil que la naturaleza produce ya en forma de hilo y la más importante es la del gusano hilador *Bombyx mori*.

CLASIFICACION SEGUN SU NATURALEZA:

1. Seda doméstica o seda de morera: El qusano hilador Bombyx mori produce este tipo de seda que es la materia fibrosa natural más noble y una de las más costosas.
2. Seda silvestre: Al grupo más importante se llama seda Tussah y proceden del roble de la India (*Anthera mylitta*), de la china (*Anthera peryi*), o del Japón (*Anthera yamamay*), y esta a su vez se subdivide en:
 - a) Seda aria: Proviene de la hilandera del árbol del ricino, en Asia Oriental y la seda puede ser blanca, café o rojiza.
 - b) Seda faqara: Procede de la hilandera atlas y la seda es de color café.
 - c) Seda anafe: Proviene de una hilandera comunitaria que vive en el Africa, la seda es blanca y muy duradera.

OBTENCION DE LA FIBRA: La vida del qusano Bombyx mori pasa por cuatro períodos distintos.

1. Período de huevo o semilla
2. Período de larva o qusano
3. Período de crisálida
4. Período de mariposa

La seda es producida cuando en el segundo período el qusano, mediante dos tubos interiores llamados "trompas sederas", va sequeando dos hebras que al salir se juntan en una sola por medio de una sustancia gomosa, formando un hilo con el cual se envuelve poco a poco empezando por la parte exterior con innumerables capas, llegando a medir este hilo entre 600 a 3000 metros.

Cuando el capullo se halla terminado, la crisálida se convierte en mariposa y sale al exterior abriendo un agujero a través de la envoltura, por medio de la sequeación de un líquido que disuelve las hebras.

Los capullos así agujereados pierden valor por tener las hebras discontinuas y rotas; para evitarlo se procede a matar a las crisálidas dentro del capullo por medio de calor o vapor, sin dañar al capullo.

COMPOSICION QUIMICA DE LA SEDA: Está formada por un hilo doble de fibroina envuelto por una capa protectora de

sericina. La fibra bruta tiene una composición media de 75% de fibroína, 23% de sericina y 2% de grasas, pigmentos y sustancias minerales.

La capa de sericina hace que la fibra bruta sea dura y carezca de brillo. Para eliminarla se utilizan baños jabonosos hirvientes que la disuelven sin atacar la fibroína. Los hilos de fibroína libre tienen ya el brillo característico de la seda y una alta resistencia mecánica.

La fibroína es lo que propiamente puede llamarse "seda" y es un compuesto nitrogenado y albuminoso.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LA SEDA:

Color: Seda de morera cruda: Blanca, amarilla, naranja o ligeramente verde.

hervida: Todas blancas.

Sedas silvestres: Café claro hasta café oscuro, blanco sucio y también rojizo. Yamamey verdoso o blanca amarillenta. En general estas no se hierven.

Brillo: Poseen un brillo el más bonito y noble de todas las fibras naturales.

Conservación del calor: La seda es mala conductora del calor, por lo que lo conserva.

Textura: Suave, lisa y cálida.

Composición química de la fibroína: 48.5% de carbono
6.5% de hidrógeno
26.7% de oxígeno
18.3% de nitrógeno

Higroscopicidad: La seda puede absorber hasta 25% de su peso en seco de humedad del aire.

Capacidad de blanqueo: Buena, con ácido o peróxido de hidrógeno. En sedas silvestres mala, debido a la presencia de ácido tánico.

Teñido: Seda de morera con colorantes para lana, buen teñido. Sedas silvestres sólo se pueden teñir con colores oscuros.

Comportamiento ante ácidos y lejías: La seda se destruye en ácido sulfúrico concentrado y frío. Soporta los otros ácidos menos que la lana. Por lo contrario, resiste mejor que esta última la corrosión de las lejías.

USOS DE LA SEDA: Se utiliza para coser, pegar botones, hilos de trenzados, tejidos para blusas y camisas, seda invertida, velludos de seda, corbatas, chales, pañuelos para la cabeza, cintas para máquina de escribir y quantes.

c) Pelos: Abarca los pelos de todos los animales que se pueden aprovechar en la industria textil. Debido al origen del animal del cual proceden se dividen en tres grupos:

c.1 Pelos caprinos: Los de mohair y cachemira.

MOHAIR (WM)

=====

Antiguamente se denominaba lana de angora porque provenía de las cabras de angora, actualmente Ankara, capital de Turquía. Para evitar la confusión con la delicada lana de los conejos de angora, se utiliza el nombre inglés mohair.

CARACTERISTICAS DEL MOHAIR:

Longitud del pelo: 10 a 30 cm
Diámetro del pelo: 10 a 70 micras
Superficie: Escamosa, parecida a la lana, pero en mucha menor cantidad y más regulares y rectas.
Color: Blanco, ceniza, café o negro.
Brillo: Posee un fuerte brillo.
Textura: Suave.
Características especiales: No se enfieltra, es muy resistente al desgaste y bastante flexible.

USOS DEL MOHAIR: Se hila puro o mezclado con lana de carnero, para producir hilos peinados y caradados. Con estos hilos se confeccionan abrigos, vestidos, mantas, felpa, forros de media lana y artículos de calceta. Se usa también mezclado con hilos de alfombras.

CACHEMIRA (WK)

=====

Pelo producido por la cabra de cachemira. Este animal está cubierto de un pelo largo y fuerte, entre cuyas hebras lanosas crece un vellón muy fino, corto y suave, que muda anualmente junto con una parte del pelo exterior. Solamente esta parte fina y corta forma el citado pelo. El pelo fundamental está revuelto con cerdas más oscura y es preciso separarlo mediante peinado y recoqida.

CARACTERISTICAS DE LA CACHEMIRA:

Longitud del pelo: De Mongolia 6 a 18 micras.

De Oriente Medio 12 a 24 micras.

Pelo fundamental 40 a 45 micras.

Diámetro: De Mongolia 15 micras.

De Oriente Medio 19 micras.

Color: Blanco, amarillo claro a café oscuro e, incluso gris ceniza.

Textura: Muy suave.

Características especiales: Es la fibra textil más fina y suave que se conoce.

USO DEL PELO DE CACHEMIRA: Los tejidos hechos de cachemira tienen la ventaja de ser ligeros, de conservar el calor y de arrugarse muy poco. Este pelo se procesa para obtener hilo peinado y cardado. Los hilos son adecuados para la producción de chales, estolas, mantas y suéteres en telares o máquinas tejedoras.

c.2 Pelos camélidos: Los de camello, alpaca, llama, guanaco, vicuña, caballo y buey.

PELOS DE CAMELLO

=====

La piel de los camellos, que viven en el norte de Africa y desiertos asiáticos como Arabia, contiene pelos de dos finuras muy distintas.

TIPOS DE PELO DE CAMELLO

a) Pelo fundamental: Es suave y ondulado, además es muy caro; tiene una finura de 19 a 20 micras y una longitud aproximada de 10 cm. Es de color café amarillento. Muy a menudo se presenta como si fuese de cachemira.

b) Pelo tipo cerda: Tiene una longitud de 5 a 7 cm; es menos fino, muy resistente y carece de ondulaciones. Presenta un color café oscuro y es más barato que el pelo fundamental. Es muy parecido a la lana aunque generalmente más grueso.

USOS DEL PELO DE CAMELLO

Pelo fundamental: Se utiliza en su color natural para confeccionar mantas y capas, mezclado muchas veces con lana de carnero.

Pelo tipo cerda: Se utiliza en la producción de babuchas, alfombras, mantas, hilos para entretelas y tejidos industriales a causa de su gran resistencia.

PELO DE ALPACA

=====

Es semejante al del camello, pero más áspero. Puede ser de color blanco, negro, café rojizo o bien, presentarse manchado. Su longitud varía entre 8 y 20 cm. El pelo fundamental tiene de 8 a 12 cm de longitud. Es fino, suave, tiene poca ondulación y un brillo sedoso; su finura media es de 22 a 30 micras. Debido a su elevado precio, en general se mezcla con lana de carnero. Se procesa para obtener hilo peinado y se utiliza en tejeduría para producir telas para vestidos y mantos de señoras, suéteres y forros.

PELOS DE LLAMA

=====

Proceden de la llama, el animal de carga de los indios del Perú, en el altiplano andino. Los animales tienen dos tipos de pelo:

- a) Pelo fundamental: Sedoso, muy ligero y de brillo opaco, que se usa como hilo para la fabricación de abrigos de felpa y mantas para dormir.
- b) Pelo tipo cerda: Más rústico que el anterior, no elástico, que la población de Perú utiliza para la producción de tejidos de consumo doméstico. Su color puede ser blanco, negro, ceniza oscuro, café oscuro o claro, amarillo o rojizo. El pelo fundamental tiene de 6 a 12 cm de longitud y su finura es de 10 a 35 micras.

PELOS DE GUANACO

=====

Es la forma silvestre de la llama del Perú. Los pelos, blancos, que se obtienen de este animal, se parecen a los de la llama.

PELOS DE VICUNA

=====

Estos animales viven en estado salvaje, y es preciso cazarlos para quitarles la lana. El pelo fundamental tiene aproximadamente 5 cm de longitud y de 13 a 14 micras de finura. Es suave y brillante; su color puede ser café rojizo, ocre, amarillo o blanco. El pelo tipo cerda alcanza una longitud de 20cm. Como es muy caro se mezcla con lana de carnero.

- La industria textil ha desarrollado una imitación barata de hilo de vicuña. No contiene vicuña, sino que se trata de una mezcla de 3% de lana de carnero y 97% de algodón.

CRIN DE CABALLO

=====

Se usan solo las crines de la cola y del cuello. El color puede ser blanco, negro, café o gris.

- a) Crin de la cola: Tienen de 60 a 80 cm de longitud y se usa como trama para tejidos industriales de crin.
- b) Crin de cuello: Siempre que sea corta (mide de 25 a 45 cm de longitud) se transforma en trenzados y se mezclan con otras materias fibrosas a fin de ser utilizadas como trama para lonas de crin. Ondulando la crin de caballo se obtiene una valiosa crin ondulada, que posee gran elasticidad y es muy durable; se usa como material para colchones.

PELOS DE BUEY

=====

Aunque no pertenece al grupo de los camélidos, sus pelos son muy parecidos a los de camello. Se emplean principalmente en artículos para tapicería y rellenos, y en artículos duros para refuerza, como las entretelas. Son pelos largos, duros y no enfieltran.

- c.3 Pelos de roedores: Los de conejo, gato y liebre.

PELOS DE CONEJO

=====

Existen dos calidades muy distintas:

- a) ANGORA (WA): Proviene de los conejos de angora, mismos que poseen un pelo muy largo.

CLASIFICACION: Primera calidad, pelos de más de 7 cm
Segunda calidad, pelos de 4 a 7 cm
Tercera calidad, pelos en fieltro

CARACTERISTICAS DE LA ANGORA:

Es muy lisa y fina
Más flexible que la seda
Color en general blanco
Brillo como el de la seda
Conserva el calor de modo óptimo
Es repelente al agua
No tiene ondulación
Es la fibra natural de menor densidad
- Actualmente tiene un fuerte competidor en la fibra sintética conocida como hovyl, de cloruro de polivinilo.

USOS DE LA ANGORA: La carga estática y la alta retención del calor actúan contra el reumatismo como lenitivos.

Se utiliza en la fabricación de hilos para trabajos manuales, tejidos, calcetería, ropa interior, fajas y mantas contra el reumatismo. Se hila puro o mezclado con otras fibras para hilados (lana de carnero o fibra viscosa para hilados).

- b) PELOS DE CONEJO CORRIENTE: Es de precio inferior al de angora y dista mucho de tener sus cualidades. Se emplea en grandes cantidades sólo mezclado con la lana para fieltros y tejidos especiales, principalmente para la fabricación de los mejores fieltros para sombreros sin tejer.

PELOS DE GATO Y LIEBRE

=====

Se hilan conjuntamente con lana para formar hilos. Se utilizan en la producción de alfombras y entretelas. Con pelos no hilados se hacen fieltros para sombreros y para usos técnicos.

A.3 FIBRAS DE ORIGEN MINERAL

FIBRAS DE AMIANTO (As)

=====

El amianto es un mineral fibroso, cristalizado, formado en la erosión y descomposición de silicatos anfíboles monocíclicos como la serpentina (ofito) y la hornblenda. Algunas variedades son el asbesto, formado por fibras rígidas y frágiles, y el cartón de montaña, con fibras entrecruzadas de gran consistencia y tenacidad. Para fines textiles son apropiadas solamente las fibras largas. Químicamente, es un polisilicato hidratado de magnesio, formado por largas cadenas de condensación del ácido silícico.

CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL AMIANTO:

Longitud de las fibras: 10-22 mm.

Resistencia al calor: La resistencia al calor es muy alta. No arde. El calor seco perjudica menos el húmedo su resistencia a la rotura. El punto de fusión de ofito es de 1500 a 1550°C y la hornblenda 1150°C.

Comportamiento ante los ácidos: Los ácidos no disuelven al amianto; sin embargo, la resistencia de éste a la rotura disminuye bajo su influencia. No tiene solidez ante los ácidos. Los diversos tipos de amianto de hornblenda resisten mejor a los ácidos que los de serpentina. La resistencia a los ácidos depende también del grado de desintegración, cuanto más desintegradas estén las fibras, tanto mayor es su sensibilidad a tales sustancias. Los ácidos minerales lo atacan más que los orgánicos.

Comportamiento ante lejías: Tiene poca sensibilidad ante estas sustancias.

Poder aislante: Soporta bien el calor y su poder aislante aumenta considerablemente debido al aire encerrado entre las fibras. El amianto no sirve como aislante contra el frío, pues la humedad del aire se deposita en las fibras y al amianto húmedo no tiene acción aislante.

USOS DEL AMIANTO: Ropas protectoras contra el calor y la acción química, paños de filtros para la industria química, materiales aislante contra el calor y la corriente eléctrica, decoración de teatros, materiales de protección hechos de amianto suelto o comprimido, cordeles y tejidos, materiales de fricción; lonas para frenado, bandas de freno, anillos y quarniciones de acoplamiento; elementos para la construcción tales como placas, techos ondulados, etc. Como elemento de conexión se utiliza cemento o resinas sintéticas.

B. FIBRAS ARTIFICIALES

=====

Las fibras artificiales son elaboradas por el hombre, a partir de sustancias que en estado original no presentan características filiformes. Estas son obtenidas por transformación química de productos naturales o por polimerización química. Estas fibras también llamadas fibras químicas, poseen ciertas propiedades ventajosas, de las que carecen las naturales pero pueden tener desventajas dependiendo del uso a que se destinen. La composición química de un mismo tipo de fibra, producida por diferente fabricante, no cambia aunque existan mínimas variaciones en el proceso de fabricación o en el acabado.

B.1 FIBRAS DE ORIGEN SEMISINTETICO

Se producen en los casos en que la materia prima preexiste en la naturaleza y el hombre solo le ha conferido la configuración fibrilar por medio de transformaciones químicas, sin que en dichos procesos se destruya de modo apreciable la naturaleza macromolecular de éstas.

- a) Fibras inorgánicas: Son obtenidas de materias primas naturales a través de procesos químicos que les confieren la característica de fibra.

FIBRAS DE VIDRIO

=====

El vidrio se obtiene a partir de arena de cuarzo mezclada con óxidos de calcio, magnesio, aluminio, potasio, sodio, boro y carbonatos. El tipo seleccionado de vidrio, en forma de piezas para rellenos de tolvas, se funde y se fuerza a pasar por una hilera, para dar unos filamentos sólidos por enfriamiento y para poderlos hilar es necesario tratarlos con metilsilicona, que los ablanda y hace flexibles.

CLASIFICACION DE LAS FIBRAS DE VIDRIO:

Se distinguen fibras de vidrio hilables y no hilables. Las fibras de vidrio hilables se conocen también como vidrio textil, son hilos de vidrio y fibras cortadas de ese material. Los hilos se denominan muchas veces "seda de vidrio" y las fibras de vidrio no hilables son el "algodón" y la "lana de vidrio".

Las fibras de vidrio hilables, según su composición, se clasifican en:

Vidrio E: Carente de álcalis o con un contenido inferior al 1%, casi no es atacado por el agua y experimente una disminución de resistencia desdeñable. En su superficie no se forma película superficial con contenido alcalino, misma que perjudicaría la acción de aislamiento eléctrico.

Vidrio pobre en álcalis: Tiene un contenido alcalino de hasta el 5% y resiste mucho menos que el vidrio E a las influencias externas.

Vidrio alcalino: Con un contenido de álcalis de 10 a 17%. Es un tipo especial de vidrio llamado también vidrio C, y es el preferido cuando se requiere resistencia a las influencias químicas, sobre todo al ataque de ácido; las materias primas para este tipo de vidrio son la arena silicosa, la sosa y la cal.

CARACTERISTICAS DEL VIDRIO: El vidrio es un material amorfo, o sea que no tiene forma cristalina. Cuando se calienta, el vidrio no alcanza un punto en el cual repentinamente se convierte en líquido, por esto no tiene un punto de fusión fijo y en su lugar, conforme se calienta el vidrio, se ablanda cada vez más y funde gradualmente dentro de un margen muy amplio de temperatura y cada vez va disminuyendo su viscosidad. Por enfriamiento, el vidrio no alcanza una temperatura específica para convertirse en sólido. Conforme se enfría, se hace cada vez más viscoso y fluye con mayor lentitud; el vidrio no es un sólido sino un líquido sobre enfriado.

PROPIEDADES DE LAS FIBRAS DE VIDRIO: Fibras transparentes, lustrosas, muy finas, de gran dureza, pero quebradizas o de poca flexibilidad.

Cuando se montan en cresol se ven como varillas rectas y sin estructura determinada (las de asbesto son ligeramente onduladas), y debido a su naturaleza amorfa son visibles con la luz polarizada y nicoles cruzados (las fibras de asbesto polarizan claramente).

Son de gran resistencia mecánica, química y térmica; no se queman, no absorben humedad, son inodoras, insensibles a la intemperie, además, aceptan poca suciedad.

USOS DEL VIDRIO TEXTIL: Se utiliza mucho en tejidos decorativos y para fabricar filtros. Se usan en la elaboración de cortinas, como material aislante del calor y electricidad, y como soporte de materiales técnicos a base de resinas de poliéster. La lana de vidrio se utiliza también como aislante de calor, electricidad y sonido.

HILOS METALICOS

=====

Estos se obtienen estirando en forma de hilos muy finos metales dúctiles, o por recubrimientos de fibras textiles.

FORMAS DE LOS HILOS METALICOS:

1. Alambre redondo: Se fabrica con metal de alto estiramiento, poco flexible y pesado. Su sección transversal es redonda.
2. Alambre chato: Llamado también de láminas metálicas, tienen formas de cintas.
3. Hilo metálico: Son de algodón o seda, envueltos en lámina metálica.
4. Hilo metalizado: Son hilos textiles con revestimiento metálico.

CARACTERISTICAS: En cuanto a oxidabilidad, resistencia, estabilidad química, etc., son las correspondientes a los metales de que están formadas.

USOS DE LOS HILOS METALICOS: Se usan en producción de brocados, pasamanerías, ropas eclesiásticas, trajes de teatro y carnaval. El lurex se usa en vestidos, chamarras, blusas, pantalones de mujer, mallas, trajes de baño, mantas, estolas, corbatas, muebles, cintas y galones.

- b) Fibras regeneradas: Son las producidas a partir de moléculas de cadena larga, de origen natural, que han sido aisladas, controladas y si es necesario modificadas para darles una forma conveniente de fibras.

b.1 derivadas de celulosa: Los desperdicios del algodón (linters) y gran parte de la celulosa técnica se utilizan para la fabricación de dichas fibras regeneradas, designándose como tales las que se obtienen por disolución y

reprecipitación de los materiales mencionados. Se trata en estos procesos de reacciones polímero-análogas, es decir, de reacciones de transformación en que la despolimerización es pequeña, conservándose la naturaleza macromolecular del producto de partida.

RAYONES

Estas fibras están compuesta de celulosa de origen vegetal regenerada. También se le llama seda artificial porque estos materiales tienen aspecto, brillo y flexibilidad similar a la seda natural. Existen tres tipos de rayón, aunque el procedimiento del nitrato ya no se usa por ser antieconómico.

* RAYON CUPRAMONIO *

CARACTERISTICAS:

Nombres comerciales: Seda Bemberq, Cupro, Cupioni, Cupresa, Cuprama.

Longitud de la fibra: Sin fin.

Finura de la fibra: 2800 a 3300 mtex.

Higroscopicidad: Similar a la viscosa.

Absorción de agua: Mayor que toda las demás fibras de base de celulosa, casi la misma de la lana.

Capacidad de teñido: Óptima (excepto colorantes de azufre).

Comportamiento ante ácidos y lejías: Como en la viscosa.

USOS DEL RAYON CUPRAMONIO: Se emplea para tejidos de ropas, ropa blanca interior, popelina lavable, georgette, chiffón, tul, telas para paraquas y corbatas, artículos de redes y cortinas.

Se pueden usar mezcladas con lana o perlón, en la producción de tejidos para ropa, mantas, capas, tapetes, corbatas, chales, artículos de mallas y calcetas.

* RAYON VISCOSA *

CARACTERISTICAS:

Nombres comerciales: Armón, Celta, Colcesa, etc.

Capacidad de teñido: Óptima (excepto colorantes de azufre).

Higroscopicidad: 20 a 35% del peso en seco.

Comportamiento ante ácidos y lejías: las lejías normales del lavado no son perjudiciales. El tratamiento con lejía de sosa cáustica puede causar daños cuando la concentración es del 10%, y el daño aumenta con la temperatura.

Las fibras de viscosa para hilados se disuelven en ácido clorhídrico y ácido sulfúrico; los ácidos muy calientes son sumamente peliñosos.

USOS DEL RAYON VISCOZA: Se utiliza para forros, tejidos de blusas y camisas, ropas, ornamentos decorativos, servilletas, artículos de mallas, cordones, tejidos "cord" de neumáticos y cordones de correas. Las fibras de viscosa para hilados mezcladas con algodón o lana, para la elaboración de tejidos utilizados en ropas; artículos de aguja de todos los tipos, tejidos caseros para manteles y combinada con pelos de animales para tapetes o alfombras.

El durafil que es una variedad de la viscosa se usa para bolsas y uniformes por tener una alta resistencia y mayor duración.

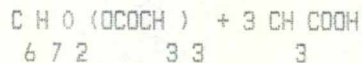
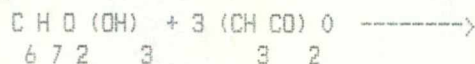
ESTERES

Al contrario de las otras sedas artificiales, que son celulosas regeneradas, la seda al acetato está constituida por acetilcelulosa regenerada (correctamente, acetato de celulosa, pues se trata de un éster).

* TRIACETATO *

Se obtiene al someter celulosa técnica o linters de algodón a imbibición en agua o en disolventes orgánicos como benceno, ciclohexano o cloroalcanos, para separar las cadenas macromoleculares del contexto fibroso y así facilitar su posterior acetilación. Después se agrega con lentitud, una mezcla anhídrido y ácido acético en presencia de catalizadores como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico, cloruro de zinc, etc. La esterificación abarca todas las zonas de la fibra y conduce al triacetato de celulosa.

La reacción es:



AGRADEZCO A DIOS SOBRE TODAS LAS COSAS
POR HABERME PERMITIDO VIVIR.

A MI MADRE:

SRA. RAQUEL MENDEZ GARCIA.
QUE GRACIAS A SU AMOR, TERNURA,
APOYO, SACRIFICIOS Y ORACIONES
PUDE ALCANZAR MI MAS DESEADA META.

A MI PADRE:

CARLOS ALVAREZ AGUILERA,
POR SU APOYO A MIS ASPIRACIONES.

A MIS HERMANAS Y HERMANOS:

ARACELI, ALEJANDRA, CARLOS Y OSCAR,
A QUIENES LES AGRADEZCO POR SU
DISPOSICION CONSTANTE A AYUDARME EN
CUALQUIER MOMENTO.

A MI ESPOSO:

JOSE GILBERTO SOLORZANO PALOMO,
QUE ME HA BRINDADO TODO SU AMOR,
COMPRESION Y CONSTANTE APOYO DESDE
SIEMPRE.

A MI MAMITA Y CARMEN:

POR TODO EL AMOR QUE SIEMPRE ME HAN
TENIDO.

A MIS TIOS:

ARNULFO Y JUANITA MENDEZ GARCIA,
POR SU APOYO A MIS CONSTANTES DESEOS DE
SUPERACION.

A MIS MAESTROS:
MAGALY ELIZABETH AGUILAR
ELVIA RUIZ
MA. CONCEPCION GARCIA
ALFONSO PEREZ B.

A QUIENES ADMIRO Y AGRADEZCO POR
HABER SIDO ADEMAS DE PROFESORES , AMIGOS.

A MIS AMIGAS:
ELI, LUZ DEL CARMEN, PILAR, GEMA,
ANABERTA Y BLANCA.
QUE SIEMPRE HAN ESTADO A MI LADO SIN MAS
INTERES QUE NUESTRA GRAN AMISTAD.

Este tiene un grado elevado de polimerización y consiste en un 60 a un 62% de ácido acético con enlace químico, y 40 a 37.5% de celulosa.

Se hilan estos filamentos en cloruro de metilo (diclorometano).

CARACTERISTICAS: Fibras con mayor estabilidad térmica que las de acetato. Se asemejan a las fibras sintéticas y su punto de fusión es de aproximadamente 300°C.

USOS DEL TRIACETATO: Para fabricación de artículos que no requieren planchado.

* ACETATO *

Es el mismo proceso que para el triacetato pero retira una parte de ácido acético con cantidades calculadas de agua, hasta un contenido de ácido acético de 49 a 54%. Este producto se llama acetato 2.5 y se hila disolviendo en acetona.

CARACTERISTICAS:

Higroscopicidad: Reducida (aproximadamente 2%).

Capacidad de teñido: Exigen el uso de colorantes de dispersión.

Punto de fusión: 260°C.

Comportamiento con ácidos: Como la viscosa y el cupro. Se disuelve en ácido fórmico, ácido acético o acetona.

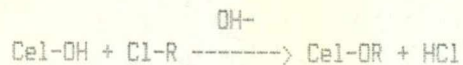
Comportamiento ante lejías: Es muy sensible a las soluciones alcalinas. Se saponifica bajo la disociación de ácido acético, volviendo a convertirse en celulosa original.

USOS DEL ACETATO: Como forro, tejido para vestidos y trajes para reuniones, paraquas, impermeables, corbatas, mallas y cortinas. Mezclado con lanas se usa para tejidos femeninos, ropa íntima y calcetas. El celafibre, un derivado, mezclado con lana se usa en alfombras, cobertores y estambres inarruqables.

ETERES DE CELULOSA

=====

Se obtienen tratando la celulosa técnica con agentes alquilantes, como cloruros o sulfatos de alquilo, en presencia de bases que fijan el ácido formado:



Estos productos se caracterizan por su gran resistencia química frente a bases y ácidos. Los éteres solubles en agua se utilizan en la industria textil para aprestos, encolados y estampados. Los principales son:

a) Metilcelulosa: Cel-O-CH_3 , se obtiene haciendo actuar sulfato de dimetilo sobre celulosa sódica.

b) Hidroxietilcelulosa: $\text{Cel-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$

c) Carboximetilcelulosa: $\text{Cel-O-CH}_2\text{COOH}$, se obtiene a partir de celulosa sódica y ácido cloroacético o su sal sódica.

b.2 derivadas de proteínas: Por transformación adecuada de las proteínas, conservando su naturaleza macromolecular, pueden obtenerse una serie de productos industriales. Muchas proteínas (por ejemplo la albúmina de huevo, caseína y proteínas de semillas oleaginosas) poseen una cadena polipeptídica mucho más plegada que la queratina de la lana. La técnica para elaborar fibras de proteína consiste en despegar moléculas adecuadas de proteína por la acción de agentes desnaturalizantes, y así tener cadenas de polipéptidos con configuraciones menos plegadas.

CARACTERISTICAS EN GENERAL: Todas las fibras de proteína son endebles, comparadas con las de lana. Se asemejan a la lana en aspecto, textura y capacidad aislante del calor, pero en cambio tienen en húmedo una resistencia mecánica menor y un alargamiento excesivo, con excepción de la fibra de zeína. Son insensibles contra los ácidos, mientras que son más resistentes que la lana a las lejías.

FIBRAS DERIVADAS DE CASEINA

=====

Se le llama Lanital y el proceso de fabricación consiste en precipitar la caseína con ácido sulfúrico diluido, lavarla con agua y secarla. Luego se disuelve en hidróxido de sodio

diluido y se deja "madurar", con lo que aumenta la viscosidad. En seguida se pasan a un baño ácido-salino; después del estiramiento se endurecen por tratamiento con formaldehído al 5%, se lavan y secan.

CARACTERISTICAS COMPARADAS CON LA LANA NATURAL:

Es más sensible a los ácidos.
Más resistente a los álcalis.
Iqual facilidad de teñido.
Semejantes características en seco.
Alargamiento húmedo excesivo.
Bajo contenido en azúfre.
Composición: 53.0% de carbono
23.0% de oxígeno
15.5% de nitrógeno
7.0% de hidrógeno
0.7% de azufre
0.8% de fluor

USOS DE FIBRAS DE CASEINA: Se emplea mezclada con la lana en artículos de fieltro. Los nombres comerciales de fibras lácteas son: Merinova, Fibrolane, Wipolan Enkasa, etc.

FIBRAS DERIVADAS DE PROLAMINA (MAIZ)

=====

La fibra de zeína se obtiene como subproducto de la extracción del almidón del maíz. Se extrae la zeína del gluten (maíz desalmidonado) con alcohol isopropílico, y se precipita en agua fría. La zeína seca se madura en hidróxido de sodio diluido y luego se pasa a un baño con ácido sulfúrico, ácido acético y sulfato de zinc y se endurece con fomaldehído.

CARACTERISTICAS:

Es resistente a ácidos y bases en condiciones suaves.
Estable al calor hasta 180°C.
Funde a 250°C

USOS: Se usa mezclada con algodón o rayón por su mejor calidad.

c) Misceláneas

FIBRA DE ALGINATOS

=====

El ácido alginico se extrae de las algas marinas por tratamiento con solución de carbonato de sodio. Se bombea la solución de alginato sódico a través de una hilera sumergida en un baño de solución de cloruro de calcio acidificando con ácido clorhídrico para hacer insoluble en agua al alginato y así precipite en forma de filamentos continuos, compuestos de sales de moléculas de cadena larga de ácido alginico con una pequeña conexión cruzada entre las cadenas de la fibra.

CARACTERISTICAS: Fibras bastante lustrosas, de color crema pálido que al microscopio son semejantes a las de viscosa, siendo vástaqos fuertemente estriados. Los tejidos hemostáticos son casi insípidos e inodoros y mas bien ásperos al tacto. La gasa tiene un ligero brillo. No se desintegran fácilmente entre las manos. Son muy sensibles a los agentes mecánicos y químicos. Son muy higroscópicas.

USOS DE LA FIBRA DE ALGINATOS: Las fibras de alginato cálcico del comercio contienen trazas apreciables de sustancias utilizadas para inhibir el crecimiento de mohos y bacterias en la solución de alginato sódico. Lubricante de hilados, como el bromuro de lauril o cetilpiridinium (antibacteriano) son también aplicados a los filamentos, y deben ser eliminadas en caso de uso interno, como las compresas bacteriológicas.

Antes de su uso como tejido hemostático absorbente, el alginato de calcio debe sumergirse en cloruro de sodio para dar una cubierta de alginato sódico que da mayor rapidez de absorción.

B.2 FIBRAS DE ORIGEN SINTETICO

Son fibras sintéticas aquellas que se obtienen por procesos químicos de polirreacción a partir de sustancias de bajo peso molecular por vía puramente sintética. Estas fibras pertenecen al grupo de las materias termoplásticas.

Para la obtención de fibras sintéticas son apropiados solamente los altos polímeros lineales o poco ramificados, ya que las macromoléculas tridimensionales son duras y rípidas y por ello inadecuadas para fines textiles por la dificultad de

su hilatura. Pero tampoco cualquier polímero lineal es apto para su elaboración en fibras, ya que deben poseer, elasticidad, alargamiento, fácil teñido, estabilidad química, atmosférica y biológica, resistencia a la tracción, al pliegue y al roce. Los polímeros fibrilares sintéticos se pueden obtener por tres distintos tipos de polirreacción:

1. Polimerización
2. Policondensación
3. Poliadicción

a) FIBRAS DE COMBINACIONES POR POLIMERIZACION: En la polimerización tiene lugar el encadenamiento de las unidades monómeras no saturadas por apertura de sus dobles enlaces, obteniéndose un polímero con la misma composición centesimal:



La polimerización tiene lugar según un mecanismo iónico o radical, de acuerdo con los dos tipos de estructuras límites, heterocíclica y homolítica, que son capaces de dar dobles enlaces C=C.

* Polimerización por medio de radicales libres: Debe contar con la presencia de una pequeña cantidad de un iniciador. Entre los más comunes, se encuentran los peróxidos, que operan rompiéndose para generar un radical libre. Este se une a la molécula del alqueno formando así otro radical libre, que se agrega a otra molécula de alqueno para generar un radical más grande que, a su vez, se une a otra molécula de alqueno, y así sucesivamente. La cadena se termina por reacciones tales como la unión de dos radicales, que los consumen, pero no los regeneran.

* Polimerización iónica: Como partículas propagadoras de la cadena pueden estar cationes y aniones, lo que depende del tipo de iniciador empleado. La polimerización catiónica se inicia con un ácido como ácido sulfúrico, cloruro de aluminio o fluoruro de boro con una traza de agua. La polimerización aniónica se inicia con bases como Li^+NH_2^- o compuestos

organometálicos como el n-butillitio.

Polimerización por coordinación: Se realiza con catalizadores Ziegler-Natta que consisten de una sal de un metal de

transición y de un alquil-metal que reaccionan para formar un catalizador activo, después se introduce el alqueno que se fija al metal de transición mediante un enlace phi, así la nube phi del alqueno traslapa un orbital vacío del metal. Enseguida, teniendo el metal sujeto tanto al alqueno como a un etilo, ocurre el primero de muchos pasos similares.

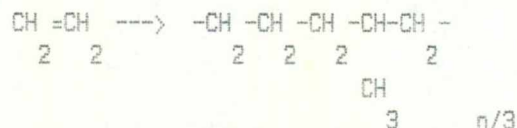
La unidad etilénica se inserta entre el metal y el grupo etilo. Hay ahora ligado al metal un grupo n-butilo, en lugar de un etilo. El sitio de enlace en el etileno se halla vacante y el catalizador puede actuar nuevamente repitiéndose el proceso. Finalmente, mediante la inserción de hidrógeno, se separa la cadena larga del metal, formándose una cadena de polietileno.

a.1 Fibras poliolefínicas: Constituyen un grupo de materias sintéticas cuya principal ventaja es su economía, ya que proceden de los subproductos de la destilación y craqueo del petróleo. Estas fibras están compuestas de polímeros sintéticos de cadena larga que contienen cuando menos un 85% de su peso en etileno, propileno o cualquier otra unidad olefina (hidrocarburos no saturados o alquenos). Entre las más importantes tenemos las fibras polietilénicas y polipropilénicas.

POLIETILENICAS (PE)

=====

La materia prima es el etileno que se polimeriza con dificultad y exige el empleo de altas presiones:



Para las fibras se usa polimerización en fase gaseosa a presiones y temperaturas altas (1000-1500 atm y 200-250°C) siguiendo el mecanismo radical, obteniendo así polietilenos de bajo peso molecular (10,000-40,000), con ramificaciones metílicas, que se caracterizan por su elasticidad y flexibilidad.

CARACTERISTICAS:

Nombres comerciales: Polythene, Trofil, Bolta y Courlene.

Higroscopicidad: No existe.

Teñido: Sólo es posible el teñido en la masa.

procedimiento de polimerización que tiene lugar según el mecanismo aniónico con catalizador de sodamida:



CARACTERISTICAS DE LAS FIBRAS POLIACRONITRILICAS:

Nombres comerciales: Crilenka, Redón, Dralón, Orlón, Dolán, etc.

Higroscopicidad: Débil, más o menos del 14%.

Teñido: Difícil (se usa su color blanco natural).

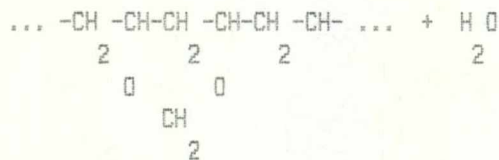
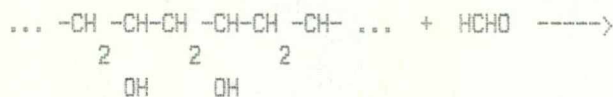
Comportamiento ante ácidos y lejías: Gran resistencia.

Variedad: Por copolimerización de acrilnitrilo con 15% de acetato de vinilo se consigue mejorar la solubilidad del material sintético y forma el acrilán, leacril, courtelle, etc.

USOS DE LAS FIBRAS POLIACRONITRILICAS:

Para artículos técnicos con alta estabilidad de temperatura y acidez. Mezcladas se usan para confeccionar cortinas, toldos, tejidos para tiendas, velas de barcos, tejidos para vestidos, mantas para dormir, alfombras y pieles tejidas.

a.3 Fibras de alcohol polivinílico: Se fabrican casi exclusivamente en el Japón para la elaboración de redes de pesca. Se obtienen disolviendo el alcohol polivinílico en agua hasta dar una disolución espesa y se efectúa una hilatura pasándolo por un baño coagulante que contiene formaldehído y ácidos minerales, pasando a acetal, pero quedando grupos -OH sin acetalizar:



CARACTERISTICAS:

Nombres comerciales: Vinylón, Kuralón, Mewlón, Cremona, etc.

Higroscopicidad: 3.4%.

Teñido: Con colorantes directos, a la cuba, de dispersión, metálicos y de azufre.

Comportamiento ante ácidos: Son resistentes a ácidos diluidos, calientes o fríos; no resisten los ácidos concentrados.

Comportamiento ante lejías: Gran resistencia.

USOS DE LAS FIBRAS DE ALCOHOL POLIVINILICO: Se usan en Japón para medias, redes, cordones y tejidos para vestimentas. Mezclados con lana, algodón o viscosa, para ropa interior y tejidos para vestidos.

a.4 Fibras de cloruro de polivinilo: Su polimerización tiene lugar, siguiendo el mecanismo radical, por acción de catalizadores peróxidos:



CARACTERISTICAS:

Nombres comerciales: Fibracyl, PCU, Rovhyl, Vinyon, Thermovyl.

Teñido: Con agentes humectantes a bajas temperaturas, con colorantes de acetato, antrasol y naftol.

Comportamiento ante ácidos y lejías: Resistencia a los ácidos excepto el ácido nítrico y el anhídrido acético. También es resistente a todas las lejías, agentes de oxidación y a los de reducción.

USOS DE LAS FIBRAS DE CLORURO DE POLIVINILO: En la producción de filtros, cuerdas, alambres redondos y cortos, capotas de autos, velas para barcos, ropa de protección para bomberos, ropa de protección contra ácidos, ropas sanitarias y tejidos compactos para ropas externas.

a.5 Fibras de cloruro de polivinilideno: La cloración del cloruro de vinilo da origen al cloruro de vinilideno, CH CCl_2 que se polimeriza con facilidad. 2 2

CARACTERISTICAS:

Nombres comerciales: Sarán, Permalón, Darlán.

Higroscopicidad: Nula.

Teñido: Con colorantes de pigmentos.

Comportamiento ante ácidos: Buena resistencia.

Comportamiento ante lejías: Son muy resistentes; pero no al amoníaco muy concentrado.

USOS DE LAS FIBRAS DE CLORURO DE POLIVINILIDENO: En la producción de cubiertas para muebles y autos, tejidos de protección contra rayos solares, paños para filtros, tejidos técnicos, material de relleno para almohadas.

a.6 Fibras de tetrafluoruro de polietileno (PTF):

Llamadas también politetrafluoroetilénicas. La materia prima es el tetrafluoruro de etilo ($\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$) que se

polimeriza en agua con catalizadores peroxidicos:



CARACTERISTICAS:

Nombres comerciales: Daiflón, Frorlón, Polyflón, Teflón, Vulflón.

Higroscopicidad: Nula.

Teñido: Malo y sólo es posible una coloración débil con colorantes dispersos.

Comportamiento ante ácidos: Excelente solidez.

Comportamiento ante lejías: Son atacados solo por hidróxidos alcalinos en fusión y por el flúor, a temperaturas altas.

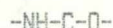
USOS DE FIBRAS DE TETRAFLUORURO DE POLIETILENO: Para artículos textiles industriales, tales como cabos especiales, ropas de protección, materiales aislantes, quarniciones y correas en V, paños de fieltro.

b) Fibras de combinaciones de poliadición: En la poliadición se efectúa el enlace entre monómeros, que, como en los policondensados, han de tener al menos dos grupos funcionales, por migración de átomos de hidrógeno de un grupo funcional al otro, y sin que se separen moléculas sencillas. La poliadición se asemeja, pues, a la policondensación en cuanto que los monómeros de partida han de ser bi- o multifuncionales, y se parece a la polimerización por el hecho de que las moléculas del poliaducto tienen la misma composición centesimal que los monómeros constituyentes.

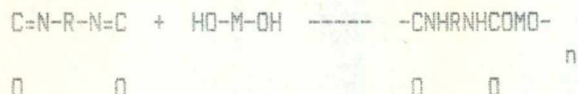
FIBRAS DE POLIURETANOS

=====

Son polímeros que tienen el agrupamiento: O



Que se obtiene mediante la reacción entre un diisocianato y un glicol:



Para fines textiles son más importantes los poliuretanos lineales, con un peso molecular alrededor de 10,000.

TIPOS DE POLIURETANOS

- PUR: Fibras de poliuretano de elasticidad normal.
- PUE: Fibras de alta elasticidad obtenidas del macrodiisocianato.

CARACTERISTICAS:

Nombres comerciales:

PUR: Darlón, Urylón.

PUE: Dorlastán, Lycra, Sarlane, Spandelle.

Higroscopicidad: Bastante reducida.

Teñido:

PUR: Solamente con colorantes de dispersión.

PUE: Con colorantes complejos metálicos y colorantes ácidos.

Comportamiento ante ácidos:

PUR: Muy resistentes. Se disuelven en ácido fórmico muy caliente.

PUE: Resisten a los ácidos minerales de baja concentración.

Comportamiento ante lejías:

PUR: Resisten sólo las lejías diluídas.

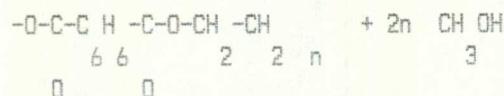
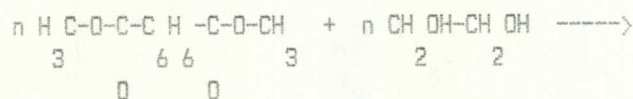
PUE: Las lejías fuertes y los agentes clorados de blanqueo provocan la desintegración.

USOS DE LAS FIBRAS DE POLIURETANOS: Se utilizan para fabricar alfombras, ropas de baño, tejidos para mallas y ortopedia. Se suelen usar en combinación con otras fibras para dar elasticidad al artículo confeccionado (corsetería, bañadores, ropa interior elástica, medias...); para fabricar productos a base de espumas flexibles (por ejemplo, estructuras para

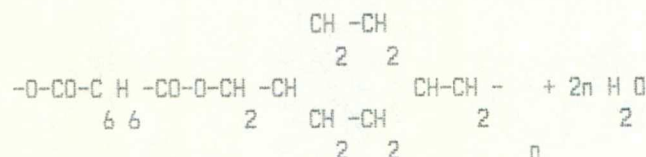
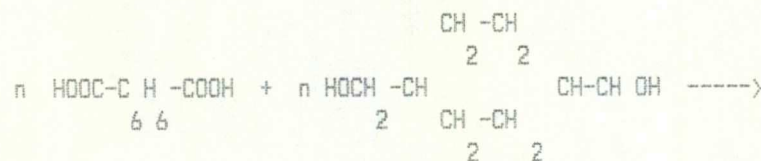
aislamiento en la industria de la construcción) y elastómeros (por ejemplo, para fabricar bandas elásticas). Por tener gran resistencia al impacto se usa en las cuerdas para llantas, recubrimientos de pisos de gimnasios, salas de baile, mesas de boliche y para usos marinos.

c) Fibras de combinaciones de policondensación: En la policondensación tiene lugar el enlace entre los monómeros, que han de tener al menos dos grupos reaccionantes, con separación de pequeñas moléculas como agua, ácido clorhídrico, amoníaco, etc. El policondensado tiene, pues, una composición centesimal distinta de la de los monómeros.

c.1 Fibras de poliéster: Las materias primas para la producción de fibras poliéster (PES) son principalmente el ácido tereftálico y el etilenglicol. La fibra principal es el politereftalato, que se obtiene por transesterificación y condensación del dimetiléster del ácido tereftálico con dietilenglicol:



Estas fibras son del tipo Terylene, Diolen, Trevira, Dacrón, Fortel, Teteron, Terqal, Terlenka y otras. Las nuevas fibras germano-americanas del tipo Vestán o Kodel están formadas de ácido tereftálico y ciclohexanodimetilol:



CARACTERISTICAS:

Higroscopicidad: 0.3-0.4%.

Teñido: Con colorantes dispersos.

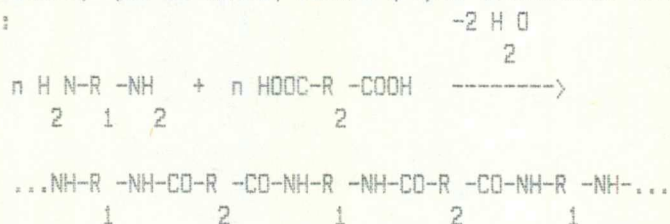
Comportamiento ante ácidos: Sólidas frente a éstos si son minerales. Los ácidos en ebullición provocan la desintegración.

Comportamiento ante lejías: Resistentes a las lejías de baño. Las lejías frías o muy calientes y diluidas, las atacan. El amoníaco resulta nocivo a la temperatura ambiente.

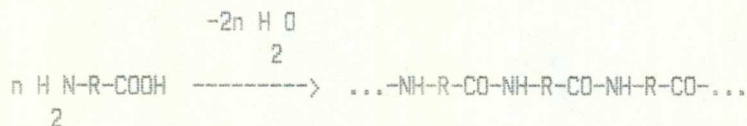
USOS DE LAS FIBRAS DE POLIESTER: Se emplean en la fabricación de camisas, ropa interior, faldas, vestidos, sábanas, estambres, alfombras, relleno de almohadas o telas acolchonadas, gabardinas, tejidos con plieques permanentes y corbatas. Para usos industriales se producen filtros para aire caliente, revestimientos para rodillos de lavadoras, prensas para engomar, cintos, bandas, manqueras contra incendios y redes de pescar.

c.2 Fibras poliamídicas: Se pueden obtener por dos procedimientos diferentes:

a) Policondensación de diaminas con ácidos dicarboxílicos que contengan ambos, por lo menos, cuatro grupos metileno en sus moléculas:



b) Autopolicondensación de w-aminoácidos (o sus lactamas) de por lo menos cinco metilenos:



La diferencia estructural estriba en que las poliamidas por autocondensación, todas las cadenas metilénicas R tienen en sus extremos un grupo imino y un grupo carbonilo, mientras que las cadenas metilénicas R y R de las poliamidas por

1 2

condensación soportan en sus extremos dos grupos iguales, imino y carbonilo, respectivamente; además, las cadenas R y R pueden o no ser iguales.

2

CLASIFICACION DE LAS FIBRAS POLIAMIDICAS: Las poliamidas se denominan nailon para distinguir los diversos tipos de ellas, se usa el número de átomos de carbono que existen en las moléculas de la materia prima de que procede.

*PA 6, nailon 6 o perlón: Proviene de la policaprolactama, una poliamida que procede de la E-Caprolactama (CH) CONH.

2 5

*PA 66, nailon 66 (seis-seis): Se deriva de la sal de nailo o sal AH, misma que se obtiene del 1,6 diaminohexano y ácido adípico [NH (CH) NH y HOOC(CH) COOH].

2 2 6 2 2 4

*PA 11, nailon 11: Es una poliamida H N(CH) COOH.

2 2 10

CARACTERISTICAS:

Teñido:

PA 6: Colorantes de dispersión, ácidos, de tina y complejos.

PA 66: Los mismos, excepto con colorantes complejos.

PA 11: Más difícil. Con colorantes de dispersión y ácidos.

Comportamiento ante ácidos: Los ácidos orgánicos diluidos son poco nocivos, aunque se disuelven en algunos de ellos, como el ácido fórmico; los ácidos inorgánicos perjudican a las fibras; los ácidos concentrados las disuelven.

Comportamiento ante lejías: Buena resistencia.

USOS DE LAS FIBRAS POLIAMIDICAS: Fabricación de medias, ropa interior delicada, camisas de hombre inarrugables, gabardinas, trajes de baño, cabos, redes de pesca, toldos, filtros y neumáticos de autos y aviones.

Mezcladas con otra fibra se usan en ropa, cortinas, alfombras, mallas y para imitaciones de pieles.

TINCION DE FIBRAS

=====

El comportamiento tintóreo de las materias colorantes para fibras viene determinado por una serie de factores de naturaleza fisicoquímica, entre los que son de destacar su

solubilidad medio acuosa, la velocidad y equilibrio de tinción, y la forma de fijación sobre las fibras.

Un colorante es una sustancia colorida que puede ser fijada en una fibra textil. El que pueda adherirse a la fibra depende de la naturaleza del colorante y de la naturaleza de la fibra textil.

CLASIFICACION QUIMICA DE LOS COLORANTES

Se agrupan según su parentesco constitucional:

1. COLORANTES AZOICOS: Contienen en su molécula uno o varios grupos azo $-N=N-$. La tonalidad del color depende del número de grupos azo y del tipo del resto arilo. Se subdividen en:

A. Colorantes monoazoicos

a.1 Ácidos: Tienen afinidad a las fibras de proteína y de poliamida. Ejemplos son: anaranjado II, amarillo metanílico, rojo sólido A y rojo Ponceau 2R.

a.2 Básicos: Se utilizan para fibras proteínicas y acrílicas. Ejemplos son: amarillo de anilina, crisoidina y pardo de Bismarck (para teñir cuero).

a.3 De complejo metálico: Amarillo de alizarina (sobre mordiente), negro diamante PV (para lana), negro azulado de eriocromo R (para lana) y rojo de eriocromo R (para cromado).

a.4 Reactivos: Se utilizan para fibras celulósicas. Ejemplos son: Proción, Reatex, Remazol y colorante amarillo.

a.5 Sobre fibra: Pararrojo, rojo de fenitidina (producen desde el color amarillo al rojo, azul, verde y negro):

B. Colorantes diazoicos:

Rojo congo (sustantivo para celulosa).
Benzopurpurina 4B (sustantivo para algodón y lana).
Crisamina G (cromado de lana y algodón).
Azul chicozo.
Negro de diamina BH.
Remazol D (reactivo).

C. Colorantes polizaicos: Para fibras celulósicas. Ejemplos son: negro directo, rojo Saint-Denis, verde brillante de clorantina 5GLL y azul sirio 6G.

2. COLORANTES ANTRAQUINOIDES: Contienen por base a la antraquinona y en general poseen dos grupos auxóchromos en posición 1,2-, 1,4- o 1,5-.

A. Sobre mordiente: Alizarina (rojo) para fibras mordentadas con sales de calcio o aluminio.

B. Colorantes ácidos: Se utilizan para la tinción de fibras proteínicas y poliamídicas. Ejemplos son: rojo de alizarina S, azul directo de alizarina A o alizarinsafiro B.

C. Colorantes de dispersión: Para acetato o fibras sintéticas. Ejemplos son: 1-aminoantraquinona (amarillo), 1,4-diaminoantraquinona (violeta) y 1,5-dihidroxi-4,8-diaminoantraquinona (azul).

D. Colorantes a la tina: Para fibras celulósicas. Ejemplos son: rojo de indantreno SGK, anaranjado de indantreno 6RTK, rojo de indantreno RK, anaranjado brillante de indantreno, azul de indantreno RS, amarillo de indantreno G (flavantreno) y azul oscuro de indantreno BD (violantrona).

3. COLORANTES INDIGOIDES: El índigo es la base y es un colorante para tina usado para teñir algodón y lana. Ejemplos son: 6,6'-dibromo-índigo (púrpura de los antiguos).

Azul Ciba o índigo brillante 4B.

Tioíndigo (rojo para celulosa y lana).

6,6'-dietoxitioíndigo (anaranjado).

Indigosoles (celulosa natural o regenerada).

4. COLORANTES AL AZUFRE: Su constitución no es bien conocida y es un grupo que tiene en común el método de obtención.

A. De estructura tiazínica: Azules, verdes y negros, como por ejemplo azul inmedial puro, azul hidrona y negro de Vidal.

B. De estructura tiazólica: Amarillos y pardos, por ejemplo el amarillo primulina y amarillo inmedial GG.

5. COLORANTES DE TRIFENILMETANO: Teñido de fibras, papel y cuero. Ejemplos son: Verde de malaquita (básico), violeta de cristal (básico), ftaleínas (fluoresceína, eosina y eriotrina) que son ácidos y rodamina (básico que tiñe lana, seda y algodón mordentado con tanino).

VALOR INDICIARIO DE LAS FIBRAS

=====

La importancia de las fibras en la investigación criminalística reside en el hecho de que, quizá son las que se presenten con más frecuencia que cualquier otro tipo de evidencia microscópica debido a que todas las actividades del hombre se realizan en un medio pleno de artículos de uso diario (ropas, tapices, cortinas, alfombras, pelucas, cordones) que contienen materiales elaborados con fibras de diversa naturaleza, tipo y color.

Muchos crímenes implican el contacto entre el criminal y su víctima, resultando en consecuencia el contacto de sus respectivas ropas.

En todos los contactos es inevitable que las fibras sean transferidas del criminal a su víctima o al medio ambiente y que las fibras pueden ser adheridas de la víctima o del medio ambiente en el culpable. Esto es verdadero porque la ropa constantemente carga fibras sueltas, la mayoría de las cuales se han roto de la misma ropa, y muchas otras que han sido adheridas de otros contactos con ropa en un armario o en otra parte. En otros casos la tela deja impresiones en el polvo, pintura, grasa y materiales similares. Sin embargo, este tipo de evidencia suele pasarse por alto por parte de los oficiales investigadores. Estas fibras son empleadas en la investigación por ser una fuente de evidencia corroborativa para hacer una comparación microscópica entre las fibras tomadas del sospechoso y otras fibras tomadas de la víctima o del lugar del crimen.

Se examinan las fibras al microscopio para determinar su tipo y distribución de varias características accidentales. Tal examen puede identificar el tipo de ropa o tela de la cual proviene, si una fibra de un origen es exactamente igual a una de otro origen, hay una definitiva probabilidad que el origen de los dos tipos de fibras ha sido del contacto con una misma fuente. El examen sistemático de las fibras permite en muchos casos, la exclusión de un origen determinado y sólo por excepción, una fibra hace posible la identificación individual. A ello se debe que se considere fibra de interés únicamente a aquella que posea suficiente individualidad para que su posible origen sea rastreado.

El personal del Laboratorio de Criminalística debe estar conciente de que el campo de las fibras artificiales se encuentra en constante cambio, con frecuentes nuevos desarrollos, y de que en la práctica, ningún método de estudio cubre todas las posibilidades.

Por último, el estudio de las fibras con fines forenses requiere, para obtener el máximo beneficio, de una metodología propia, ya que no le son aplicables las múltiples técnicas diseñadas por el químico textil, quien para su análisis dispone de muestras ilimitadas. Situación que, por otra parte, se produce sólo por excepción en la práctica criminalística.

CASOS EN LOS CUALES LAS FIBRAS PUEDEN TENER VALOR COMO EVIDENCIA:

1. **ASALTO:** Este tipo de delito por lo general implica un contacto personal de alguna especie y en consecuencia, se pueden transferir fibras de ropa entre la víctima y el sospechoso. Además los fragmentos de uñas también pueden ser fuentes de evidencia en fibras.
2. **ROBOS CON ALLANAMIENTO:** Casi siempre se encontrarán fibras de ropa en el punto donde el ladrón pueda haber forzado una ventana y otra abertura para introducirse, o cuando rompen un vidrio, casi siempre llevarán los ladrones gran número de fragmentos microscópicos de vidrio.
3. **INVESTIGACION DE LA MUERTE:** Por el contacto entre criminal y víctima, por la posible violencia en la comisión del delito.
4. **DELITO SEXUAL:** La naturaleza de este delito da como resultado el intercambio de fibras de la ropa de la víctima, la ropa del presunto culpable y de otros objetos como cobijas o cubreasientos de automóvil. Las armas y raspaduras en las uñas también pueden contener evidencia de fibras.
5. **ATROPELLAMIENTOS:** Con frecuencia, se rompen los cristales de los faros delanteros y menos común, pero también posible, es la ruptura del cristal del parabrisas. Por lo que, tanto en el lugar del accidente, ropas de la víctima y victimario pueden ser fuentes de fragmentos de vidrio. Además con la fuerza del golpe pueden quedar adheridos a partes del auto, fragmentos desgarrados de la ropa de la víctima, también es posible encontrar fibras en los neumáticos, ejes y parte inferior del auto.

LIMITACIONES DE LAS FIBRAS COMO EVIDENCIA

=====

Existen varias limitaciones para el uso de las fibras como evidencia, las cuales no pueden ser omitidas. El primero de esos factores es la frecuencia de fibras de lana azul en los trajes de hombre. La probabilidad de ocurrencia de lana roja o amarilla, por ejemplo, no se conoce definitivamente. Sin embargo, el azul fue escojido porque es uno de los colores más comunes del tinte en fibras de lana en contraposición que algún color menos común podría aparecer menos frecuentemente y podría tener un alto valor como evidencia cuando se encuentra. La limitación más importante es cuando se trata de fibras de algodón o rayón, las cuales son muy utilizadas en la ropa de mujer, y por tanto tienen una mayor frecuencia que la lana azul en ropa de hombre. Un punto que no puede ser omitido es que la ropa de mujer contiene un alto número de colores que no se usan en las fibras para ropa de hombre. Se ha evidenciado la abundancia y amplia distribución de las fibras blancas de algodón por lo que nunca son usadas como evidencia. El hombre las usa en bolsillos, camisas, pañuelos y ropa interior. La mujer las usa en vestidos, mandiles, batas y ropa interior.

Otra limitación es el factor que relaciona una prenda con una persona. Así, un número de hombres en la misma entidad pueden tener idénticos trajes. Esta limitación usualmente no es tan seria tomando en consideración los siguientes factores:

- a) Muy raramente podrían dos posibles sospechosos en el mismo crimen tener idénticos trajes, y solo gente quien tiene la oportunidad de cometer el crimen podía haberlo cometido.
- b) Los dos trajes idénticos no podrían haber tenido un contacto con idéntica ropa en un armario u otro lugar de almacenaje en los cuales son adquiridas fibras sueltas que se transfieren.
- c) Los dos trajes no pueden haber adquirido fibras características de la ropa de la misma víctima o del mismo lugar del crimen, y
- d) Otra ropa como son los calcetines, corbata, abrigo, camisa, etc., acompañando los dos trajes idénticos es diferente y puede contribuir a la identificación.

Así, si hay relativamente gran número de semejanzas, es imposible que este factor sea serio en esta aparente duda para su validez, porque pocos trajes cargan suficiente variedad de fibras que contribuyan todas a encontrar similitudes, algunas de ellas pueden ser originarias de la ropa de la víctima o de la escena del crimen o de accidentales contactos en guardarropas, con otra ropa de gente y de similares orígenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. A. Blümcke; Industria textil (Tomo II); Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana; Primera edición en español; México (1962).
2. Anqel Vélez Anqel; Criminalística General; Editorial TEMIS; Argentina (1971); páginas 218-219.
3. Earl Libby C.; Pulpa y madera (Tomo I de Ciencia y Tecnología sobre pulpa y papel); Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.; Edición original; México (1967); páginas 70 - 74.
4. Fessenden Ralph J./ Fessenden Joan S.; Química orgánica; Grupo Editorial Iberoamérica; Segunda edición; México (1983); páginas 435 - 441, 645 - 650, 936 - 938.
5. García Nieto Rogelio; Fibrología (Segunda parte); Editorial E.S.I.T. (Escuela Superior de Ingeniería Textil); México.
6. Jiménez Navarro Raúl, Dr.; Estudio criminalístico de pelos y fibras; Cuadernos del INACIPE (No. 7); Primera edición; México (1981).
7. Mertz Edwin T.; Bioquímica; Publicaciones Cultural, S.A.; Primera edición; México (1983); páginas 301 - 302.
8. Mortimer Charles E.; Química; Grupo Editorial Iberoamérica; Quinta edición; México (1983); página 584 - 596.
9. Pardo Guilbert Valu, Inq.; Colorantes II; Editorial E.S.I.T.; México (1983).
10. Paul L. Kirk, Ph. D.; Crime Investigation; Interscience Publishers, Inc.; E.U.A. (1953); páginas 126 - 144.
11. P. Martínez de las Marías; Química y física de las fibras textiles; Editorial Alhambra; Primera edición; España (1976).
12. Química Macromolecular Textil; Instituto Politécnico Nacional; Escuela Superior de Ingeniería Textil; Editorial E.S.I.T.; México (1983).

13. Rakoff Henry / Rose Norman C.; Química orgánica fundamental; Editorial Limusa; Primera edición; México (1980); páginas 719 - 748.
14. R.Q. Brewster / C.A. VanderWerf / W.E. McEwen; Curso de química orgánica experimental; Editorial Alhambra; Edición original; España (1978); páginas 180 - 184.
15. Smoot Robert C. / Price Jack; Química (Un curso moderno); Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.; Edición original; México (1987); páginas 324, 325, 561, 576-578.
16. Theodort Erhardt, Blümcke A. y col.; Tecnología textil básica (tres tomos); Editorial Trillas; México (1980).
17. Thornton Morrison Robert; Química orgánica (nueva edición); Fondo educativo interamericano; Segunda edición; México (1985); páginas 436 - 451.
18. T.R. Dickson; Química (enfoque ecológico); Editorial Limusa; Primera edición; México (1983); páginas 275-279.
19. Trease G.E. / Evans W.C.; Tratado de farmacognosia; Nueva editorial interamericana, S.A. de C.V.; Décimo segunda edición; México (1987); páginas 769 - 795.
20. Villarreal Rubalcaba Homero; Apuntes de criminalística; Instituto Técnico de la Procuraduría General de Justicia del Distrito y Territorios Federales.
21. Zepeda O. Joaquín, Ing.; Hilatura del algodón (primera parte); Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Textil; Editorial E.S.I.T.; México.