

30



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL DESARROLLO
DE LAS FIBRAS NATURALES Y SINTETICAS,
SU PERSPECTIVA DE USOS EN MEXICO.
EL CASO DEL ALGODON Y EL POLIESTER**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A:
VICTOR HUGO ROCHA SANTANA**

**ASESOR:
I.Q. FERNANDO MAYA SERVIN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Estudio Comparativo Entre el Desarrollo de las Fibras Naturales
y Sintéticas, Su Perspectiva de Usos en México. El caso del
algodón y el poliéster.

que presenta el pasante: Victor Hugo Rocha Santana
con número de cuenta: 9309845-2 para obtener el título de :
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 5 de Septiembre de 2001.

PRESIDENTE	<u>I.Q. Fernando Maya Servín</u>	
VOCAL	<u>I.Q.M. Rafael Sampere Morales</u>	
SECRETARIO	<u>Q. Rafael Decelis Contreras</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M. en C. Yolanda Marina Vargas</u> <u>Rodríguez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M. en C. Gabriel Arroyo Razo</u>	

Dedicatorias:

A mis padres así como hermanos que siempre me apoyaron en todos estos años de estudio, y que siempre esperaron lo mejor de mi.

A todas esas personas que son muy importantes para mi, en especial a Cintia y amigos de la facultad.

CONTENIDO

Objetivos

Procedimiento

1

Introducción

3

CAPÍTULO 1. LAS FIBRAS QUÍMICAS

1.1. Historia

5

1.1.1. Fibras naturales

5

1.1.2. Fibras textiles químicas orgánicas

6

1.1.3. Fibras de base proteica

7

1.1.4. Fibras de síntesis química total

7

1.1.5. Fibras vinlicas

8

1.1.6. Fibras de vidrio

8

1.2. Clasificación de las fibras

9

CAPITULO 2. FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS

2.1. Fibras naturales

12

2.1.1. Propiedades

12

2.1.2. Datos de producción

19

2.1.3. Usos

20

2.2. Fibras sintéticas	22
2.2.1. Propiedades	22
2.2.2. Datos de producción	32
2.2.3. Usos	38
CAPITULO 3. ALGODÓN Y POLIESTER	
3.1. Algodón	41
3.1.1. La industria del algodón en México	42
3.1.2. Características del algodón	43
3.1.3. Proceso de producción	49
3.1.4. Datos de producción mundial y nacional	51
3.1.5. Usos	57
3.1.6. Recomendaciones	58
3.2. Poliéster	59
3.2.1. La industria del poliéster en México	60
3.2.2. Características del poliéster	62
3.2.3. Proceso de producción	64
3.2.4. Datos de producción mundial y nacional	69
3.2.5. Usos	74
3.2.6. Recomendaciones	75
Análisis	76
Conclusiones	77
Bibliografía	79

OBJETIVOS:

- Generar recomendaciones que salgan de este análisis, desde una perspectiva de la industria química y textil nacional, en su situación actual.
- Realizar un estudio comparativo entre el algodón como fibra natural y el poliéster fibra sintética, sus perspectivas, usos y desarrollo en la industria textil nacional.

PROCEDIMIENTO:

El presente trabajo es una investigación documental sobre las fibras sintéticas y naturales, debido a su gran importancia en la industria textil, química y debido a su incremento en producción, principalmente de las fibras sintéticas constituyendo una fuente importante de empleo en el país.

En la primera parte se presenta un panorama general sobre las fibras químicas, su clasificación, sus propiedades, su producción mundial así como su importancia. Ya en la segunda parte el trabajo se centra en las dos fibras más importantes en el mundo como lo son el algodón por parte de las fibras naturales y el poliéster por parte de las sintéticas en la industria textil nacional. Con el objetivo de comparar estos dos tipos de fibras, analizando sus perspectivas, usos, su desarrollo en la industria textil y química nacional.

El procedimiento a seguir para esta investigación fue el siguiente: 1) seleccionar el tema o definir el problema, en este caso el desplazamiento de las fibras naturales por las sintéticas. 2) el tipo de investigación: documental (entendiéndose como investigación documental, teniendo como fuente de información: libros, diarios, revistas, anuarios, paginas de internet, etc). 3) tipo de método a seguir: el inductivo, ya que partimos de las fibras en general hasta hablar únicamente de el algodón y poliéster. 4) delimitación y tiempo: esta se basa en un estudio de la industria textil mexicana en su situación actual (1999 al 2000). 5) estructurar objetivos, recopilar la información. 6) revisar y analizar la información sobre el tema. 7) estructurar la información. 7) realizar las conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados.

INTRODUCCIÓN

Alimento, vestido y habitación son las tres necesidades primarias de la humanidad, y desde la más primitiva época se ha esforzado el hombre continuamente en mejorar la calidad y la disponibilidad de aquellos artículos básicos. Por esta razón, pocos descubrimientos en los años recientes han afectado tan profundamente a la persona media como el campo en el desarrollo de las fibras sintéticas. Poniendo la calidad, asociada en el pasado con las fibras lujosas, al alcance de todos, aquéllas se han hecho disponibles para todo el mundo vestidos bellos y duraderos.

La naturaleza ofrece fibras constituidas por sustancias de característica orgánica macromolecular en gran abundancia (fibras de origen vegetal y animal); por otro lado, la industria química fabrica una serie de fibras artificiales. Su fabricación en hilados útiles, bien directamente o en mezclas, así como su tratamiento posterior, constituye la principal tarea de la industria textil. Por otra parte se considera que las fibras de naturaleza inorgánica ofrecen menor importancia. Por otra parte el acabado de los tejidos se aplican una gran variedad de productos químicos, de los cuales, los llamados agentes textiles auxiliares han tomado en los últimos 30 años un gran desarrollo y su obtención constituye una rama especial de la industria química.

La diversidad de operaciones de la industria textil se agrupan en dos grandes grupos: 1) elaboración mecánica de las fibras para el hilado y el tejido; 2) tratamiento de las fibras y productos fabricados. Debe de existir una buena colaboración entre el fabricante de fibras, su preparación, hilado, tejido y aprestado. Por ejemplo en la fabricación del género de estampado de algodón, son necesarias 41 etapas de trabajo, desde la materia prima bruta.

Por lo tanto, las fibras químicas constituyen un gran avance en la industria textil y surgen como una necesidad principal del ser humano, por ejemplo el vestido, ya que representa desde las épocas primitivas el principal objetivo del esfuerzo humano (6).

Las fibras sintéticas obtuvieron buenos resultados desde los años cuarenta. La primera en industrializarse fue el nylon, seguida por la acrílica, el vinilon, el poliéster y la de polipropileno, y entre ellas la fibra de poliéster tuvo un desarrollo más acelerado que las demás, y es ahora el principal producto entre todas las fibras químicas a nivel mundial. En 1960 la producción de poliéster fue de 123 000 toneladas, y en 1998 esa cantidad ha sido 130 veces mayor, con una producción de 16 048 000 toneladas. No obstante, durante el mismo período la producción de fibras químicas fue 7,6 veces mayor y la de fibras naturales se multiplicó sólo por 1,8.

La limitada disponibilidad de tierras de cultivo impide la producción de fibras naturales en gran escala. Por ejemplo, entre 1951 y 1997 la tasa de crecimiento de la lana se multiplicó por 1,34, pasando de 1 061 000 a 1 429 000 toneladas. En el mismo período, la tasa de crecimiento del algodón fue 2,3 veces mayor, y pasó de 8 390 000 toneladas a 19 453 000 toneladas, mientras que la producción de fibras sintéticas ha tenido siempre un aumento. El volumen de la producción aumentó de 1 922 000 toneladas en 1951 a 25 115 000 toneladas en 1998, con una tasa media de crecimiento anual del 5,75 por ciento.

Respecto de todos los productos de fibras químicas, el poliéster PET (polietileno tereftalato) ocupa el primer lugar a nivel mundial, y la parte que corresponde a su producción es del 64 por ciento, en segundo lugar está el nylon, con el 16 por ciento, y en tercer lugar las fibras acrílicas, con un porcentaje del 11 por ciento. Alrededor del 9 por ciento de la producción total corresponde a otros tipos de fibras químicas (FAO 1999).

El presente trabajo tiene como objetivo principal estudiar como es que las fibras sintéticas pueden desplazar a las naturales, basado en un estudio a nivel nacional de la industria textil de el algodón como máximo representante de las fibras naturales, por su gran producción en volumen así como su importancia comercial a nivel mundial; y las fibras de poliéster como representante de las fibras sintéticas, debido a que ocupa el primer lugar en producción a nivel mundial y nacional por encima de muchas otras fibras sintéticas. Generando recomendaciones que salgan de este análisis desde una perspectiva de la industria química nacional en su situación actual.

CAPITULO 1. FIBRAS QUÍMICAS

Una fibra es cualquier sustancia, de constitución filamentososa, apta para la fabricación de hilados o tejidos, con ciertas condiciones de flexibilidad, elasticidad y resistencia. Se considera fibra textil, todo aquel material que mediante determinadas manipulaciones, puede transformarse en hilos continuos, delgados, uniformes, torsionables y resistentes, destinados a la producción de tejidos.

1.1. HISTORIA

Históricamente la primera fibra empleada con fines textiles fue el lino. Mas tarde cuando en Mesopotamia y en otras regiones del Oriente Medio empezó a adquirir desarrollo la cría del ganado ovino, se tejió también la lana. El algodón, aunque de orígenes muy remotos, no fue empleado en la preparación de telas para indumentaria hasta aproximadamente el año 2000 a. C. En Babilonia, donde como dato relativo a su valor, se denominaba oro blanco.

Otra fibra es la seda, que fue conocida y utilizada como materia textil alrededor del año 2600 a. C. En China (6).

A continuación se presenta como fueron surgiendo las fibras sintéticas y artificiales de acuerdo a sus características y los materiales que las componen.

1.1.1. FIBRAS NATURALES

El lino figura entre los cultivos más antiguos y han sido hallados tejidos de lino en Egipto, con 5000 años de antigüedad antes de la era cristiana.

Históricamente, la lana es la materia textil de los tiempos prehistóricos. Los procedimientos de aplicación de la lana en el arte del vestido tiene 3000 años. En la Edad Media, alcanzó fama la crianza de la ovejas merinas en España, por su fina y muy rizada lana.

Desde el punto de vista histórico puede ser destacado el hecho de que la industria textil, en especial la purificación y blanqueo del algodón, dio un gran impulso y estímulo a la industria química hacia el año 1800, al tener que preparar el cloro con el ácido clorhídrico y éste con el ácido sulfúrico (7).

1.1.2. FIBRAS TEXTILES QUÍMICAS ORGÁNICAS

La primera fibra artificial a base de celulosa fue la seda al nitrato de celulosa introducida por el conde Hilaire de Chardonnet (1839 a 1924) en el campo técnico, y en el proceso de hilado en seco (año 1885). Desde el año 1934, este procedimiento de fabricación de seda artificial ha perdido interés.

El procedimiento de disolución de la celulosa en el óxido de cobre amoniacal, para la fabricación de la seda, fue iniciado en 1895 por Fremery y Urban al utilizar el reactivo Schweitzer, paralelamente fue desarrollado el método Thiele, de hilado con tensión y estirado (procedimiento, P. Bemberg A. G.). El procedimiento de la viscosa iniciado por los ingleses Cross y Beavan (1895); el rayón al acetato comienza, en 1922, a ser fabricado en Inglaterra, después que Eichengruen introduce las soluciones acetónicas de acetilcelulosa, que tratada con ácidos forma primeramente hidroacetato de celulosa. La firma inglesa "Total Broadhurst-Lee Co." Introdujo en 1926, la técnica de incorporación de resinas artificiales a las fibras celulósicas (6, 7).

1.1.3. FIBRAS QUÍMICAS DE BASE PROTEICA

La fábrica italiana de rayón "Snia Viscosa" comenzó, en el año 1936, la fabricación de una lana artificial "Lanital" preparada con caseína y, en el año 1937, se obtiene por la sociedad alemana "Sprinnstoff-G.m.b.H.", en Schwarza, otra fibra proteica llamada "Tiolan"

Las patentes de invención fundamentales acerca de la fabricación de fibras proteicas se inician con el químico alemán Todtenhaupt, en 1904; el italiano Antonio Feretti lo desarrolla y lanza el "Lanital" al mercado en el año 1935.

También el "Aralac", se preparó con cierto número de fibras de caseína, por Aralac, Inc., en los Estados Unidos en 1943 (6, 7).

1.1.4. FIBRAS DE SÍNTESIS QUÍMICA TOTAL

En el año de 1927, se obtuvo por H. Staundiger, uno de los fundadores de la química de los altos polímeros, una fibra sintética, al polimerizar el formaldehído (fibra de polioximetileno).

Las fibras artificiales de síntesis total química fueron obtenidas por vez primera en Alemania, en el año 1934, al polimerizar el cloruro de vinilo; la cloruración posterior del producto da una fibra de buenas propiedades (fibra PeCe).

La sociedad "Du Pont de Nemours" comienza a elaborar la nueva fibra "Nylon" (patentes americanas 2 130 946 a 2 130 948), desde el año 1938.

En Alemania se ocuparon de la producción de una fibra proteica por síntesis total de poliamidas, llegando a una solución con la fibra "Perlon" ya desde el año 1939.

La fibra fue descubierta por los químicos ingleses, J. R. Whinfield y J. T. Dickson, en el año 1940, en los laboratorios de "Calico Pinter's Association (CPA)". La "Imperial Chem. Ind." Conocedora de las interesantes propiedades del nuevo tipo de fibra, tomó las patentes de CPA y comenzó, en 1946, a fabricar la fibra en una planta piloto y anunció, en dicho año, a la fibra con la designación comercial de "Terylene". En Estados Unidos el nombre comercial es "Dacron" y es fabricada por "E.I. Du Pont de Nemours & Co".

Probablemente jamás algún producto importante ha entrado tan pronto en el campo industrial como lo ha hecho el nylon, que se lanzó al mercado en 1938.

La Celanese Corporation of America presentó el "Arnel" en octubre de 1954. Es ésta una fibra hilada con un triacetato de celulosa; esto es: más acetilada que la fibra regular de acetato.

En 1934 Du Pont inicio con gran escala la producción de cuerda de rayón de alta tenacidad (6, 7).

1.1.5. FIBRAS VINÍLICAS

Las primeras fibras vinlicas experimentales fueron preparadas por la Carbide & Carbon Chemicals Co. Pero la primera producción comercial fue realizada en 1936 por la American Viscose Corp. Empleando un copolímero de cloruro de vinilo y acetato de vinilo suministrado por la primera de las compañías citadas. Esto fue antes de la primera producción de nylon; la fibra fue vendida con el nombre de "Vinión" (6).

1.1.6. FIBRAS DE VIDRIO

La manufactura de las fibras de vidrio es una industria importante en los Estados Unidos. El primer procedimiento industrial para la producción de fibras de vidrio fue inventado por la Owens-Illinois Glass Co. Y la Corning Glass Works en 1931 (6).

RESUMEN DE APARICIÓN DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS POR AÑO

1883 Swan obtuvo las primeras fibras sintéticas cuando inyectó una solución de nitrato de celulosa en ácido acético a través de orificios.

- 1885 Chardonnet patentó el proceso con el cual produjo las primeras fibras comerciales elaboradas con nitrato de celulosa.
- 1892 La producción de viscosa se patentó, esta fibra sintética derivada de la celulosa, la celulosa regenerada o viscosa.
- 1900 Se obtiene la fibra de rayón cuproamónio alrededor de este año.
- 1921 Se obtiene la fibra de acetato de celulosa.
- 1950 – 1960 Emergieron las siguientes fibras: poliésteres, acrílicas y poliolefinicas. De estos cuatro tipos principalmente.

Durante la última parte de la década pasada y hasta nuestros días se ha dedicado mucha investigación a la mejora de las propiedades de las fibras y al desarrollo de fibras con propiedades especiales para usos particulares (por ejemplo, fibras resistentes a altas temperaturas) (2, 8).

1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS

Las fibras textiles se clasifican en dos grandes grupos: Naturales y sintéticas.

1. Las fibras naturales son todas las sustancias hilables existentes en la naturaleza.
Las fibras naturales se dividen por su origen en:

- Fibras naturales vegetales como son el algodón, el lino y el esparto.
- Fibras naturales animales como son la lana y la seda.
- Fibras naturales minerales como el amianto.

2. Las fibras sintéticas son las que se transforman en hilado mediante tratamientos químicos.

Se subdividen las fibras sintéticas en dos grandes categorías:

A) Fibras de base orgánica

Las cuales se subdividen en dos grupos:

I. Las que se derivan de polímeros naturales, estos polímeros son llamados así, porque ya existen en la naturaleza, en la celulosa y en la caseína. (Algunos autores denominan estas como fibras artificiales).

- De la celulosa se obtiene el rayón, mediante tres procedimientos distintos: a la viscosa, al acetato y al cuproamónio.
- De la caseína se obtiene la fibra textil llamada merinova o lanital.

II. Y las que se derivan de polímeros sintéticos, los cuales no existen en la naturaleza sino que se obtienen mediante un procedimiento denominado síntesis. (Algunos autores las denominan fibras sintéticas).

De los polímeros sintéticos o grupos moleculares utilizados para la producción de fibras textiles se encuentran:

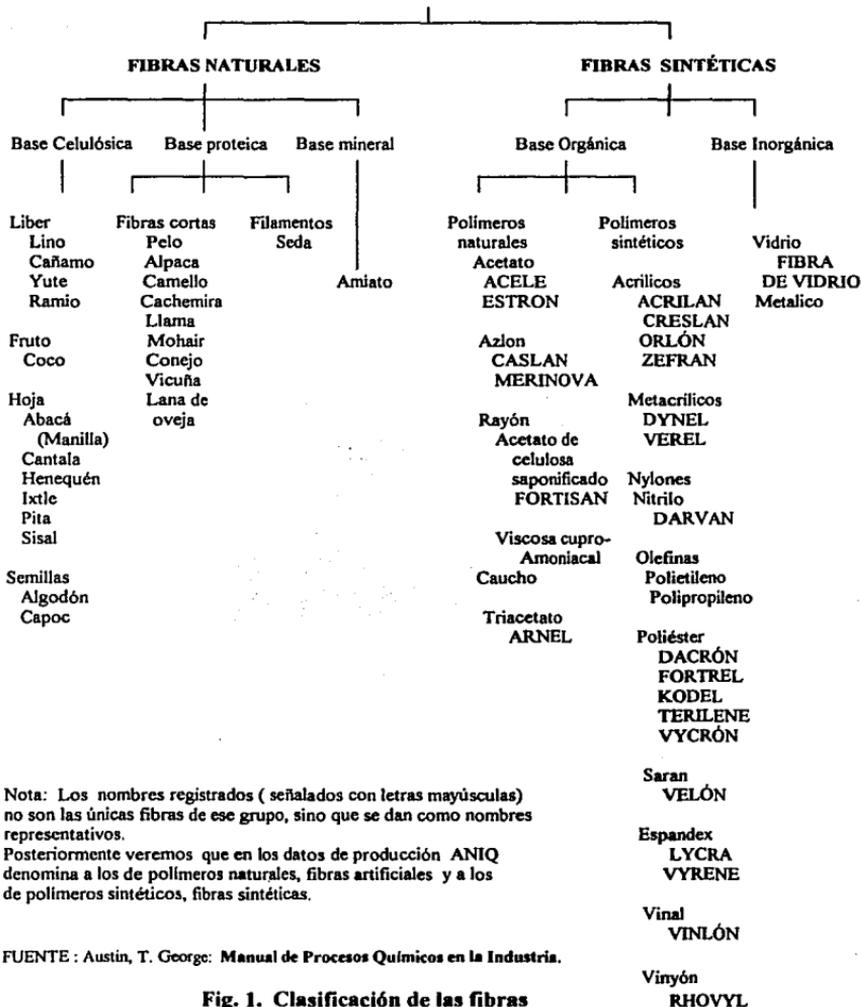
- Poliamidas: de los cuales se obtienen las fibras poliamídicas como el nylon, perlón, rilsan, enkalón, dayan, lilión, etc.
- Polivinilos: de los cuales se obtienen fibras polivinílicas como el vinion, movil, rhovil, pe-ce, etc.
- Poliacrílicos: para obtener fibras poliacrílicas como el orlón, leácril, etc.
- Poliésteres: de donde se obtienen el terylene, terienka, terital, dacron, tergal, etc.

B) Fibras de base inorgánica

Este tipo de fibra se caracterizan por ser meramente fabricadas de materiales como el vidrio y metales.

De tal forma que las fibras se pueden organizar como lo muestra la figura 1. en dos grandes grupos principales (2, 14).

CARTA DE CLASIFICACIÓN DE FIBRAS



CAPITULO 2. FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS

2.1. FIBRAS NATURALES

Las fibras naturales constituyen una de las fuentes de materiales de construcción más antiguas que ha utilizado el hombre. Existen evidencias de que el tejido y el hilado no eran desconocidos por nuestros antepasados de la Edad de Piedra. Hay que hacer notar que no existen fibras textiles naturales, aunque en la actualidad existen las fibras textiles sintéticas. Lo que existen son fibras naturales que se han sustraído a su función original por la acción del hombre para su empleo en los productos textiles. En la búsqueda realizada por la humanidad para encontrar fibras que se puedan utilizar para fines diferentes de los suyos propios, se han investigado docenas de fibras naturales.

En el *Manual sobre Materiales Textiles* del Comité D-13 de la ASTM, publicado en 1960, figuran 161 fibras vegetales, 29 fibras animales y una fibra mineral. Aunque el número total es muy elevado, sólo 23 de éstas han sido reconocidas por la mayor parte de los técnicos textiles como dignas de importancia comercial, y una sola fibra, el algodón, supone aproximadamente el 70% de las fibras consumidas por la población mundial con fines textiles (2, 4).

2.1.1. PROPIEDADES DE LAS FIBRAS NATURALES

PROPIEDADES DE FORMA DE LAS FIBRAS.- Las fibras poseen una serie de características de forma, siendo las más importantes su longitud y la magnitud de la sección transversal o diámetro. En ciertas aplicaciones pueden tener una importancia considerable otros factores, tales como el carácter de la superficie y el rizado.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS FIBRAS.- Un gran número de propiedades físicas de las fibras tienen influencia en sus usos finales. Entre estas propiedades físicas figuran la densidad, absorción de humedad, comportamiento tensión-deformación, índice de refracción, punto de fusión o temperatura de chamuscado, comportamiento térmico y otras, tales como la fricción entre fibras, el color, el brillo y otras características con ellas relacionadas pueden exigir su consideración en algunas de las aplicaciones de las fibras.

A continuación se presentan algunas de las propiedades más importantes de las fibras naturales de base proteica (fibras animales) y las fibras de base celulósica (fibras vegetales).

FIBRAS ANIMALES (Fibras base proteica).

LANA (junto con otras fibras de esta clase) se considera formada por un complejo de aminoácidos que recibe corrientemente el nombre de queratina y de los cuales uno de los más importantes es la cistina $[\text{COOH CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{-S-S-CH}_2(\text{NH}_2)\text{CH COOH}]$. Se han llegado a identificar otros 18 aminoácidos, entre los que se encuentran la glicina, alanina, tirosina, histidina, ácidos aspártico y glutámico, arginina y glicina. Las cadenas moleculares principales están compuestas de unidades amino (polipéptidos), empalmadas o unidas transversalmente por enlaces disulfuro (-S-S-) relativamente estables, y con enlaces salinos, menos estables, procedentes de las cadenas ácidas laterales en los ácidos aspártico y glutámico y cadenas laterales básicas en la arginina y lisina. Al primer tipo de enlace se le atribuye la propiedad que posee la fibra de lana de estirarse y contraerse repetidamente, contribuyendo de este modo a su excelente resistencia a las arrugas y a la abrasión junto con su estabilidad dimensional. El otro tipo de enlace es el responsable de la propiedad anfótera que permite a la lana la combinación con ácidos y álcalis, particularmente con los colorantes "ácidos" y "básicos". La lana contiene un 3-4% de azufre, alrededor del 13% de cistina, 16% de nitrógeno y 0.2% de cenizas. Ni está molecularmente bien orientada, ni posee un grado elevado de cristalinidad, sino que su estructura molecular es más bien amorfa o desordenada, se compara con la de la seda, ramio, lino o algodón.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LANA.- La lana es una fibra relativamente débil, pero muy extensible. Su fuerza de ruptura es de 1-2 gramos por dernia (si 9.00 metros de filamento pesan un gramo se dice entonces que este filamento es de “ una dernia “), mientras que la del algodón es de 4-6 g.p.d y la del nylon 4-7 g.p.d. Según los tipos de lana, las elongaciones de ruptura oscilan entre el 20 y el 50%. No sólo posee la lana una gran capacidad para absorber energía, sino que lo puede hacer repetidas veces (para cargas inferiores a las de ruptura), debido a su capacidad para deformarse bajo los efectos de una fuerza y recuperar la forma primitiva con la desaparición de la misma. Esta combinación de propiedades hace que los tejidos de lana presenten una buena retención de los pliegues, resistencia frente a las arrugas, resistencia a la abrasión y estabilidad dimensional. Es higroscópica y tiene una recuperación de humedad en condiciones normalizadas (65% H.R. y 21°C) del 15%; cuando se sumerge en agua su sección transversal se hincha en un 35%. Debido a su capacidad para absorber y transmitir la humedad, es una fibra particularmente cómoda para los géneros de vestir, sobre todo con tiempo frío, porque la absorción de humedad va acompañada por un desprendimiento gradual de calor.

Presenta una resistencia excelente frente a los ácidos débiles y fuertes, pero la atacan seriamente los álcalis. No la afectan la mayoría de los disolventes ordinarios para la limpieza en seco. Con una exposición prolongada al calor o la luz solar, tiende a colorearse de amarillo y a perder fuerza. La atacan las polillas, y aunque puede sufrir el ataque del mildiu, para que éste pueda instalarse en la lana son necesarias una humedad relativa y una temperaturas elevadas. No es termoplástica ni funde a temperaturas altas, sino que se chamusca y descompone. Aunque arde cuando se expone a la llama directa, no mantiene la combustión y se considera segura por lo que se refiere a la resistencia a la inflamación. Una de sus propiedades más sobresalientes es la capacidad para hacer fieltro, debido a su estructura en escamas que da lugar a diferentes coeficientes de fricción para las direcciones de raíz a punta y de punta a raíz. El “efecto de fricción diferencial” (E.F.D) que resulta, junto con la capacidad de la fibra húmeda para estirarse y contraerse hace que las masas fibrosas al experimentar una agitación mecánica en presencia del calor y la humedad, se enmarañen y apelmacen, con lo que se obtiene el material afieltrado o “abatanado”. La formación de fieltro puede resultar un inconveniente, porque al lavar los tejidos de lana en medio acuoso se puede encoger y enmarañar. Se ha puesto mucho empeño para desarrollar

los siguientes tratamientos a fin de evitar que el tejido encoja: 1) procedimiento de oxidación, por ejemplo, cloración o bromación en seco o húmedo y tratamientos con permanganato o peróxidos; 2) procedimientos de hidrólisis, por ejemplo, con álcalis, álcalis alcohólicos y enzimas proteolíticas; 3) tratamientos con resinas como el formaldehído de melanina, resinas de vinilo y resinas acrílicas. De estos métodos, en la actualidad sólo se emplean comercialmente el primero y el tercero.

SEDA. La seda es una proteína natural parecida que se compone de fibroína (la fibra verdadera) y sericina, goma natural, que reviste la fibroína a medida que el gusano de seda la va fabricando. La sericina se disuelve y se dispersa fácilmente en agua caliente ligeramente alcalina. La seda está compuesta por los aminoácidos más sencillos: glicina, alanina y algo de tirosina, no presentando enlaces transversales tipo cistina ni cadena lateral alguna, de modo que las cadenas polipéptido tienen una estructura bien orientada y en agrupamientos compactos. Las cadenas no se pueden doblar y desdoblar como en el caso de la lana y esto da lugar a una extensibilidad menor en la seda. Sin embargo, las propiedades de deformación y recuperación elásticas son buenas, aunque menores en magnitud.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA SEDA.- Con la aparición del nylon el consumo de seda ha disminuido considerablemente. La seda posee una tenacidad comprendida entre 3 y 6 g.p.d. mientras que se puede obtener nylon con 8 g.p.d. Es una fibra no termoplástica que presenta una recuperación excelente por debajo de la fuerza de ruptura. Tiene una recuperación de humedad del 9.5%, aproximadamente, a 65% H.R. valor que viene a ser tres veces mayor que el correspondiente al nylon. Por esta razón se le considera como una fibra más cómoda para vestir que el nylon u otras fibras sintéticas hidrófobas. Resiste mal la luz solar en exposición prolongada. Es más resistente a la polilla que la lana, pero también es atacada. Posee una elevada resistencia frente al ataque de los microbios en general, aunque los hongos la decoloran. Contrariamente a la lana, no presenta resistencia frente a los ácidos fuertes y es muy sensible frente a los álcalis.

FIBRAS CELULÓSICAS

En estado de pureza, libres de ceras naturales, pectinas y ligninas, estas fibras están compuestas fundamentalmente por celulosa cuya fórmula empírica sencilla es $(C_6H_{10}O_5)_x$. El producto final de la hidrólisis de la celulosa es la glucosa, y se ha llegado a la conclusión de que la celulosa está compuesta de cadenas largas de dos unidades β -glucosa llamadas celobiosa, unidas mediante un enlace 1,4- β -glucosídico. Se forman las cadenas polímeras de celulosa cuando se condensan las unidades celobiosa a través de los grupos oxhidrilo pertenecientes al carbono 1 de una unidad de celobiosa y al carbono 4 de la unidad adyacente, al mismo tiempo que se desprende una molécula de agua. De modo que las cadenas largas de unidades β -glucosa anhidra se van formando mediante puentes de oxígeno en posición 1,4.

Otras fibras celulósicas, tales como el lino y el ramio requieren una preparación considerable para separar la fibra de la planta. Cuando esto se hace mecánicamente, como en el caso del ramio se llama descortezado y supone la separación de las finas y largas fibras de ramio del tronco de la planta. Cuando se hace la separación químicamente, como en el caso del lino, la operación se llama remojo y consiste en la inmersión de los tallos en el agua del río estancada. Los microorganismos del agua atacan el cemento que retiene las fibras en el bálago del lino.

Las fibras de hoja se suelen emplear en un estado normal impuro para las aplicaciones industriales cuando no es necesario tener en cuenta el aspecto estético o de comodidad en el tejido. Así, la fibra de abacá se utiliza para cordajes sin separar los constituyentes celulósicos de la lignina que la acompaña.

El algodón es esencialmente 95% celulosa; materiales no celulósicos, en su mayor parte, ceras, sustancias pectínicas y materia nitrogenada, localizadas en la pared primaria con pequeñas cantidades en el lumen.

Dependiendo de la parte de la planta de la cual se obtienen, las fibras vegetales pueden clasificarse en:

- Fibras de semilla, como el algodón.
- Fibras de tallo, como el lino, cáñamo, ramio, yute y kenaf.
- Fibras de las hojas como el abacá, henequén y cabuya.

Además se distinguen las fibras suaves y las fibras duras. El algodón, lino, cáñamo y ramio producen fibras suaves. El yute, kenaf, abacá, henequén y cabuya tienen fibras duras (11).

PROPIEDADES FÍSICAS:

ALGODÓN.- Uno de los atributos más sobresalientes del algodón es el de ser más fuerte cuando está mojado que cuando está seco, y esta condición, que se mantiene en fibras, madejas y tejidos, es muy importante desde el punto de vista del lavado; debido a ello, el tejido de algodón se hace más resistente frente a las tensiones que ha de experimentar durante el lavado, secado y planchado. La fibra de algodón tiene una tenacidad comprendida entre 3 y 6 g.p.d. y su resistencia en húmedo es del 110 al 130% de la que tiene en seco. Su elongación de ruptura es del orden del 3 al 7%. Por lo tanto, el algodón viene a ser una fibra relativamente quebradiza en comparación con la lana o la seda. Su absorción de energía es elevada, más por su gran resistencia que por su evidente extensibilidad. Debido a su elevado módulo de tensión, no presenta buenas características de recuperación y los géneros de algodón tienen poca retención de pliegue y resistencia a las arrugas. Es particularmente adecuado para toallas y servilletas, por su capacidad de absorber grandes cantidades de agua, su facilidad de lavado y su no termoplaticidad. Como puede esterilizarse, es útil para todos los fines médicos y quirúrgicos. Arde con facilidad, y aunque no funde a temperaturas elevadas, se chamusca y descompone (10).

LINO Y RAMIO.- La mayor parte de los comentarios hechos para el algodón se pueden aplicar al lino y al ramio. Estas fibras tienen una orientación mayor que la del algodón, sus resistencias a la ruptura son algo mayores y sus elongaciones, más pequeñas. Por su mayor costo, tienen menos aplicación para fines industriales y de vestido (11).

PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS FIBRAS DURAS.- Las fibras de abacá, sansevieria, pita y henequén tienen unas tenacidades respectivas de 6.5, 5, 4.5 y 3. Las tres primeras tienen las elongación de ruptura del 3%, mientras que en el henequén es del 5.5%. La fibra de abacá posee la relación más alta de resistencia a peso y da lugar a cordajes más resistentes. Todas ellas tienen diámetro y dernia mucho más grandes que las fibras textiles "normales" como el algodón, lana y rayón. Por ejemplo, las dernias de las fibras de abacá, henequén y pita están comprendidas entre 300 y 500, y la fibra de Sansevieria tiene 75-100 dernias. Como contraste, podemos citar el algodón y la lana, cuyas fibras son de 3-10 dernias. Debido a su mayor tamaño, son más rígidas, aumentando la rigidez con la cuarta potencia del diámetro de la fibra. Por ello las fibras duras no se emplean para el vestido y suelen tener aplicación para cordajes en general (11).

2.1.2. DATOS DE PRODUCCIÓN DE LAS PRINCIPALES FIBRAS NATURALES.

El Yute, kenaf y fibras afines: Las existencias de los mayores países productores, que ascendían a 970 000 toneladas al finalizar la campaña de 1998-99, equivalían aproximadamente al 44 por ciento del consumo industrial¹. En la tabla I muestra la producción de las fibras naturales a nivel mundial.

¹ Comité de problemas de Productos Básicos, reunión conjunta de la 31ª reunión del grupo intergubernamental sobre fibras duras y la 33ª reunión del grupo intergubernamental sobre el yute, kenaf y fibras afines, Roma, 12-15 de diciembre de 2000. (FAO)

TABLA I. Datos de producción mundial de las fibras naturales

TIPO DE FIBRA	PRODUCCIÓN
ALGODÓN	La producción mundial actualmente es 19 millones de toneladas anuales según datos de la FAO (1999).
LINO	La producción mundial de lino se calcula en unas 750 000 toneladas de fibra. La Ex Unión Soviética es el productor más importante. Genera del 65 al 70% de la producción mundial. Otros productores en gran escala son Francia, Polonia, Bélgica, Noruega y Checoslovaquia. El Reino Unido es el más importante importador de fibra de lino y también el más importante productor y exportador de telas y otros artículos manufacturados.
CAÑAMO	La producción mundial de fibra de cáñamo se estima en 300 000 toneladas. La Ex Unión Soviética produce la mayor cantidad. Yugoslavia, Hungría, Polonia y Rumania siguen en importancia como productores.
KENAF	Aunque se cultiva en muchos países de Asia, América del Sur y África, los principales productores de la fibra son: Tailandia, India, Brasil, China y la Unión Soviética. La producción mundial se estima en casi un millón de toneladas de fibra.
RAMIO	La producción mundial se calcula en 200 mil toneladas de fibra. Los principales centros de producción son China, Filipinas, Japón, Indonesia, Malasia, India, y Brasil.
ABACÁ	Las Filipinas son el centro de la producción. La producción mundial de fibra de abacá se calcula en más de 130 000 toneladas, de las cuales 110 000 ton se producen en las Filipinas y el resto en América Central y en Indonesia.
SISAL	La producción mundial se estima en unas 700 000 toneladas anuales. Tanzania es el principal productor, con más de 230 000 toneladas. Siguen en importancia Brasil, Angola, Kenia, Mozambique, Madagascar, Haití y Venezuela.
HENEQUÉN	La producción mundial se calcula en 200 000 toneladas de fibra. El único país que produce henequén en gran escala es México. Su producción anual es de unas 175 000 toneladas de fibra. El segundo productor es Cuba, con 10 000 toneladas, sigue luego El Salvador con 2 000 toneladas.

CABUYA	La producción de fibra de cabuya, en Venezuela, es de un millón de kilogramos anuales, en el Ecuador, es de 2 000 toneladas. En Colombia, es de 50 000 toneladas, y en Costa Rica, de 20 000 toneladas.
YUTE	La India y Pakistán son los mayores productores de la fibra. También se cultiva en otros países tropicales de Asia, África, y en Sudamérica, principalmente en Brasil y Perú. La producción mundial se calcula en tres millones de toneladas.

FUENTE: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de 1983 a 1999.

2.1.3. USOS

Las fibras suaves (algodón, lino, cáñamo y ramio) se emplean para la manufactura de ropa y de artículos similares. Las fibras duras (yute, kenaf, abacá, sisal, henequén y cabuya), se usan para la fabricación de cordelería pesada, cables, bramantes, arneses para caballería, zapatos rústicos, alfombras y cepillos. (11) En la tabla II, se muestra con mayor detalle algunos de los usos principales de las fibras naturales.

TABLA II. Principales usos de las fibras naturales

FIBRA	USO
LANA	Se utiliza en la fabricación de mantas, alfombras y tapicerías.
SEDA	Se emplea en la confección de prendas como trajes ligeros, abrigos y pantalones, chaquetas (sacos, americanas), camisas, corbatas, vestidos, ropa interior y guantes. La seda también se usa en encajes, telas para decoración de interiores y bolsos.
ALGODÓN	Su uso principal es en la manufactura de ropa. Como subproductos de su beneficio quedan las semillas, que constituyen una fuente de aceite de alta calidad para la alimentación humana. La pasta se utiliza como complemento de la alimentación animal.

LINO	Es una planta de doble utilidad, pues su semilla contiene aceite, que se emplea en la fabricación de pinturas y barnices por sus cualidades secantes. Su fibra suave, lustrosa y flexible da a las telas una calidad y frescura altamente apreciadas.
CÁÑAMO	También produce semillas que contienen aceite secante. Su fibra es más fuerte y durable, aunque no tan flexible y elástica como la del lino. Se usa en cordelería y en la manufactura de papel.
YUTE	Es una fibra liberiana ampliamente usadas para la fabricación de telas resistentes y gruesas debido a su precio relativamente bajo. También se emplea en la manufactura de bolsas, costales, cordeles, alfombras y papel.
KENAF	Se considera como el mejor sustituto del yute y es menos exigente que éste en clima y suelo. También se emplea en la fabricación de cordeles, bramantes y redes de pesca.
RAMIO	Se emplea en la fabricación de telas, pañuelos, cortinas y manteles. Además de productora de fibras, la planta se considera como una de las mejores y más promisorias fuentes de proteína para la alimentación de cerdos y aves.
ABACÁ	O cáñamo de Manila es un cultivo de fibras dura, importante debido a su resistencia, longevidad y tolerancia al agua salada. Por ello no tiene sustituto en la fabricación de sogas y cables marinos. También se emplea en la manufactura de papeles especiales para bolsas de té y para mineógrafo.
SISAL Y HENEQUEN	Producen fibras duras que se emplean en cordelería para fabricar bramantes, telas gruesas, sacos, cables marinos, alfombras y papel. La savia azucarada que fluye de los tejidos del tronco de la planta se llama agua miel. Es la materia prima para la fabricación del pulque, el mezcal y el tequila, bebidas alcohólicas mexicanas.
CABUYA	De la misma familia del Sisal y del henequén. Produce fibra dura Empleada también en cordelería y para la fabricación de hamacas, Alfombras, sacos, alpargatas y arneses para caballería.

FUENTE: Sánchez, Potes Alberto. **Cultivo de Fibras**, Ed. Trillas, México 1982

2.2. FIBRAS SINTÉTICAS

Desde que en 1945 el nylon se convirtió en una materia prima importante para la industria textil, el crecimiento de la industria de fibras sintéticas ha sido espectacular. La época de mayor crecimiento para las industrias de viscosa de rayón y de acetato de rayón fue el período 1920-1945. El consumo de rayón y acetato ha aumentado más lentamente en los últimos años, mientras que los productos verdaderamente sintéticos, que podríamos designar como fibras "sintetizadas", han tomado rápidamente una posición muy importante en la economía textil. Desde el punto de vista químico puede decirse que nos encontramos en la "era de las fibras sintéticas" (4).

Pueden clasificarse las fibras sintéticas en dos grandes grupos, inorgánico y orgánico. La única fibra inorgánica importante es la que se obtiene en la extrusión de vidrio fundido. Las fibras sintéticas orgánicas se pueden dividir a su vez en:

1. Fibras regeneradas, como la fibra de viscosa de rayón.
2. Fibras derivadas, tales como el rayón y el acetato.
3. Las fibras propiamente sintéticas o "sintetizadas", entre las que se encuentran las de poliamida, las poliacrílicas, los poliésteres, etc.

2.2.1. PROPIEDADES DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS

POLIAMIDAS

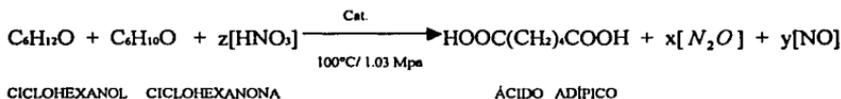
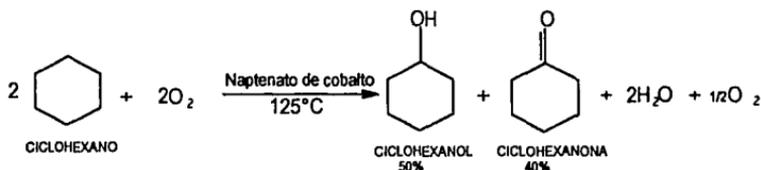
El nylon 6,6 fue la primera fibra totalmente sintética fabricada comercialmente y abrió el camino a las demás. En 1981 la producción en Estados Unidos fue de 1,180,000 de las cuales el 59% se utilizó para enseres domésticos, principalmente alfombras. El 20% fue para vestidos y el 11% para cuerdas de neumáticos.

El producto que resulta de la reacción de polimerización de ácido adípico y hexametilendiamina es el nylon 6,6 porque cada una de las materias primas contiene seis átomos de carbono.

El nylon 6 es el homopolímero de caprolactama, y la recientemente desarrollada fibra de aramida, Kevlar es un polímero aromático, poli-p-fenileno-tereftalamida.

PRODUCTOS INTERMEDIOS

1.- **Ácido adípico**².- El ácido adípico se prepara por la oxidación por aire en dos pasos de ciclohexano.

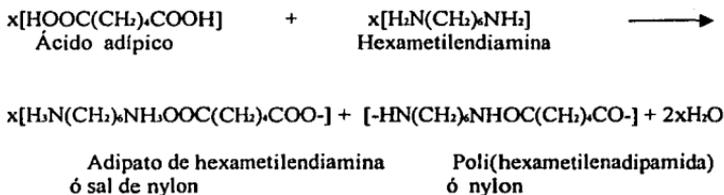


2.- **Hexametilendiamina**.- Este compuesto se elabora con butadieno o acrilonitrilo.

Polimerización y producción de fibra.- La reacción entre ácido adípico y hexametilendiamina produce adipato de hexametilendiamonio, conocido como "sal de nylon". Es esencial que los dos productos intermedios se utilicen en proporciones equimolares si se desea producir un polímero para formar fibra de alta calidad. La formación de la sal asegura las proporciones correctamente balanceadas. También en

² Austin, The Industrial Significant Organic Chemicals, Chem, Eng. 81 (2) 131 (1974); Danly and Campbell, ECT, 3ra ed., vol 1, 1978, pp 510-531.

necesario que el material que se va a polimerizar sea de alta pureza si se quiere obtener fibra de alta calidad. Esto se logra recristalizando la sal de nylon antes de polimerizarla (2).



PROPIEDADES

El nylon tanto en filamento como en fibra corta, debe tener ciertas propiedades que sean superiores a las fibras naturales. Es más fuerte que cualquier fibra natural y su resistencia húmeda es del 80 al 90% de su resistencia seca. Su buena flexibilidad lo hace muy deseable para medias de mujer y tiene buena recuperación después del estiramiento. La alta resistencia del nylon lo hace importante para telas de paracaídas y otras partidas no relacionadas con vestimenta. El nylon se puede colorear con todos los colorantes ácidos y dispersos. Tiene poca afinidad con los colorantes directos de algodón, de azufre y de cuba.

Se han fabricado otros nylons con algunas propiedades interesantes. Los copolímeros de nylon 6 y nylon 6,6 tienen mejores propiedades que cualquiera de los polímeros solos. Estos copolímeros se emplean principalmente para obtener resinas de ingeniería y no para fibras.

Las poliamidas aromáticas (aramidas) tienen cuando menos 85 por ciento de las ligaduras amidas unidas directamente a dos anillos aromáticos. La primera aramida comercial fue Nomex, preparado reaccionando *m*-fenilendiamina con cloruro de isoftaloilo para producir poli-(*m*-fenil-eneisoflamida). El Kevlar se prepara de manera parecida, pero es el isómero para y se produce a partir de *p*-fenilendiamina y cloruro de

tereftaloílo. Los isómeros meta producen polímeros que son resistentes a la llama y al calor, y los isómeros para producen alta resistencia y alto módulo de elasticidad. El Nomex se utiliza para papel aislante eléctrico y en aplicaciones espaciales. El Kevlar posee resistencia ultra alta y se emplea para cuerda de neumáticos. Cuando se produce como una fibra muy corta, llamada Pulpa de Kevlar, se utiliza como sustituto del asbesto (2, 6).

POLIESTERES

Las fibras comunes de poliéster son polímeros del éster formado de dimetil tereftalato y etilenglicol.

Productos intermedios.- El dimetil tereftalato se prepara por oxidación de p-xileno y subsecuente esterificación de alcohol metílico.

Polimerización y productos de fibra.- La polimerización es un proceso de dos pasos en el que se prepara primero el monómero por un intercambio estérico entre dimetil tereftalato y etilenglicol, o por esterificación directa del ácido tereftálico. El segundo paso es la polimerización del monómero.

PROPIEDADES

Es particularmente adecuada para combinar con algodón y lana dando buena apariencia en telas tejidas, como en trajes ligeros para hombre, camisas de hombre y vestidos y blusas para mujer, y se emplea sola es trajes de punto y algunas telas tejidas. Por su resistencia, es importante para cuerdas de neumáticos y cordeles; también se utiliza para hilos de coser, mangueras contra incendio y bandas en V. No es recomendable para medias de mujer porque su módulo de elasticidad es demasiado alto, y por ello no se recupera rápidamente después del estiramiento. Como fibra corta se usa para el relleno de almohadas, bolsas de dormir y edredones (2, 6). La tabla III, muestra algunas de las propiedades de las fibra de poliéster.

ACRÍLICOS Y MODACRÍLICOS

El poliacrilonitrilo $(-\text{CH}_2\text{CHCN}-)_n$ es el principal componente de varias fibras textiles industriales, pero el Órlon de DuPont fue el primero en llegar a tener una operación a escala comercial. Los acrílicos coloreables son generalmente copolímeros con componentes modificadores.

PROPIEDADES

La fibra corta tiene propiedades estéticas como las de lana. La resistencia de las acrílicas al ataque químico, y especialmente al medio ambiente, las hace muy útiles en varios campos. Otros acrílicos, como Acrilán y Creslán, se hilan en húmedo en un tanque de coagulación. Los usos finales de las fibras acrílicas comprenden suéteres, abrigos de mujer, trajes de invierno para caballero, alfombras y cobijas. Las combinaciones con lana y otros sintéticos son comunes para algunos usos finales. Los acrílicos son también deseables para telas de pelusa y telas para filtrar (2, 6). La tabla III, muestra algunas de sus propiedades de las fibras acrílicas.

FIBRAS MODACRÍLICAS (ACRÍLICAS MODIFICADAS)

Éste es el nombre genérico de fibras sintéticas en las que las sustancias formadoras de fibras son cualquier polímero sintético de cadena larga compuesto por no menos de 85%, y no más de 35% en peso de unidades acrílicas.

Dynel es el nombre que Unión Carbide da a su fibra corta de copolímero modacrílica hecha de una resina de 40% de acrilonitrilo y 60% de cloruro de vinilo. La resina se convierte en fibra corta en un proceso continuo de hilado húmedo. La resina en polvo de color blanco se disuelve en acetona, se filtra y se pasa por hileras, donde las fibras se forman en un baño de hilado acuoso. La fibra se seca, corta y ondulada. *Dynel* es parecido a

la lana en muchos aspectos y tiene algunas características superiores. Se emplea para ropa de trabajo, bolsas de ablandador para agua, redes para pintar pelo, tela para filtro, cobijas, cortinas, suéteres, telas de pelusa, etc. (2, 6)

TABLA III. Propiedades físicas y químicas de algunas de las fibras sintéticas

Fibra	Lana	Acrílica	Modacrílica	Poliéster	Nylon
Resistencia a la tensión. g/denier	1.0 - 1.7	4.0 - 5.0	3.0	4.4 - 6.6	4.7 - 5.6
Elongación. %	25 - 35	16 - 21	16	18 - 22	25 - 28
Elasticidad	0.99 a 2%	0.97 a 2%	0.80 a 2%	90 - 100 a 4%	100 a 8%
Resistencia, Mpa	137 - 200	405 - 508	302 - 453	536 - 797	467 - 556
Rigidez, g/denier	3.9	24	30	23 - 63	20
Resistencia a la abrasión	90	330		1570	2520
Absorción de agua	21.9% a 90 RH	2% a 95 RH		0.5% a 95 RH	8% a 95 RH
Efecto del calor	Se pone áspero a 100°C Se descompone a 130°C	Punto de pegajosidad 235°C	Punto de pegajosidad 235°C	Punto de pegajosidad 240°C	Funde a 263°C
Efecto del tiempo	Poco	Poco	Poco	Poco	Escaso
Efecto del sol	Se debilita	Muy resistente	Ligero	Poco	Se debilita
Efecto de los ácidos concentrados a temperatura ambiente	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente	Se debilita
Efecto de álcalis	Susceptible	En parte	Resistente	Resistente	Resistente
Efecto de disolventes orgánicos	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Facilidad de teñido	Buena	Buena	Buena	Difícil	Buena
Resistencia a las polillas	Ninguna	Completamente	Completamente	Completamente	Completamente
Resistencia al moho	Buena	Totalmente	Totalmente	Totalmente	Totalmente

FUENTE: Wool vs Synthetics, Chem. Week 69 (3) 11 (1951); Man-Made Fibers, 6th ed., Wiley New York, 1975.

VINILOS Y VINILIDENOS.- *Saran* es el copolímero de cloruro de vinilo y cloruro de vinilideno. Se prepara combinando los dos monómeros con un catalizador y calentando. Se colorea introduciendo pigmentos a la masa. El copolímero se calienta, se extruye a 180°C, se enfría por aire y se estira. El *Saran* es resistente al ataque de mohos, bacterias e insectos por lo que se emplea para tela de mosquitero. Su resistencia química lo hace ventajoso para tela de filtro; sin embargo, su uso principal es para cubreasientos de automóvil y tapiz de muebles para el hogar. Se fabrica mucha película de *Saran*.

Vinyon es el nombre comercial de copolímeros con 90% de cloruro de vinilo y 10% de acetato de vinilo. El copolímero se disuelve en acetona para dar 22% de sólidos y se filtra, y las fibras se obtienen por extrusión mediante la técnica de hilado en seco. Después de reposar, las fibras se trenzan y se estiran. La resistencia a los ácidos y álcalis, a la luz solar y al tiempo hacen que el *Vinyon* sea útil para telas sellables al calor, telas para ropa de trabajo, telas para filtrar y otras aplicaciones similares (2).

SPANDEX.- Spandex es un nombre genérico definido por la Federal Trade Comisión de Estados Unidos como "una fibra manufacturada en la cual la sustancia formadora de la fibra es un polímero sintético de cadena larga compuesta de por lo menos 85% de un poliuretano segmentado". Ejemplos comerciales de éstos son las fibras de Lycra, Glospan y Numa. Lycra, la fibra Spandex de Du Pont, resulta de la siguiente reacción:



La estructura del poliuretano segmentado se logra por reacción de los diisocianatos con glicoles de cadena larga que generalmente son poliésteres o poliéteres de peso molecular entre 1000 y 2000. Después, al producto se le alarga la cadena o se acopla mediante el empleo de un glicol, una diamina o tal vez con agua. Así se obtiene el polímero final que se convierte en fibras mediante hilado en seco. En la fibra terminada las cadenas están

orientadas al azar y al estirarlas se orientan, pero regresan espontáneamente al estado desordenado cuando se liberan de la fuerza. Esta fibra se emplea en corsetería, medias de mujer, trajes de baño, manguera quirúrgica y en otros productos elásticos, a veces combinada con otras fibras, como acrílicas, poliéster, acetato, rayón o fibras naturales, que se enrollan sobre un corazón o núcleo de fibra elástica Spandex (2).

POLIOLEFINAS.- Las fibras de poliolefinas se hacen generalmente de polietileno y polipropileno. Son excelentes en casos especiales, como para sogas, alfombras, cobijas y bajo alfombras, pero son difíciles de colorear y su punto de fusión es bajo.

El polímero se hila fundido a casi 100°C por arriba del punto de fusión porque la viscosidad del polímero fundido cerca del punto de fusión es muy alta (2).

FIBRAS CELULÓSICAS

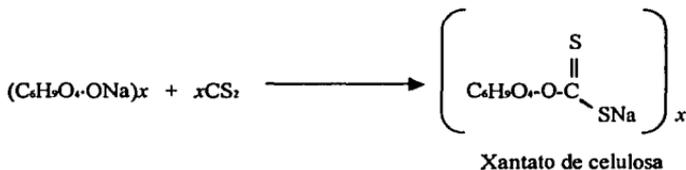
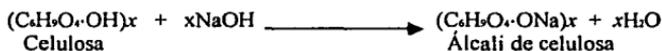
RAYÓN Y ACETATO.- El precio del rayón y del acetato varía de acuerdo con el tamaño de los filamentos, el proceso de fabricación y el tipo de acabado. Los textiles de rayón y acetato se emplean principalmente en ropa de mujer, cortinajes y tapicería y combinado con lana, en alfombras y tapetes.

El proceso de la viscosa se basa en pulpa de madera tipo sulfito y algo de sulfato. Si se desea celulosa en hojas, que es la utilizada en la fabricación de viscosa, la pulpa blanqueada se combina con otros lotes, se pasa sucesivamente por una batidora y una refinadora y se forman las hojas en una máquina Fourdrinier. Se consumen grandes cantidades de ácido sulfúrico, sosa cáustica y bisulfuro de carbono en la fabricación de viscosa para rayón. Se añade dióxido de titanio para restarle lustre al hilo. El acetato de celulosa se emplea mucho anhídrido acético, ácido acético glacial y ácido sulfúrico además de acetona para hinchar la pulpa de madera.

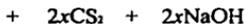
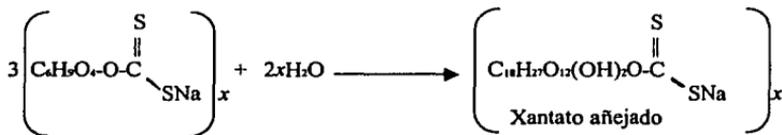
El proceso de la viscosa produce celulosa regenerada, y el acetato forma un hilo que es un compuesto químico definido de celulosa, el acetato de celulosa. Aun cuando cada uno de los procesos es bastante diferente en los detalles de procedimiento, todos siguen el mismo lineamiento general: disolución de la celulosa mediante una reacción química, añejamiento

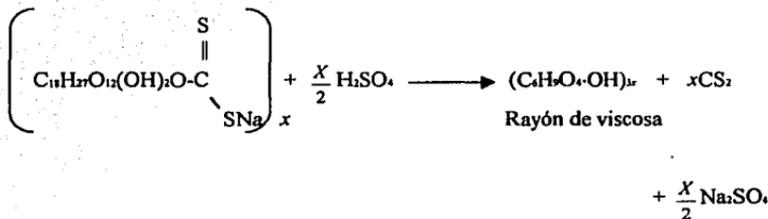
o maduración de la solución (peculiar de la viscosa), filtración y eliminación de aire, hilado de la fibra, combinación de los filamentos para formar hilos, purificación de los hilos (no se necesita para el acetato), y acabado (blanqueo, lavado, lubricación y secado).

REACCIONES



La molécula de celulosa está compuesta por un número indeterminado de grandes unidades de glucosa, representadas aquí como $(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2\cdot\text{OH})_x$. El valor de x no permanece constante durante estas reacciones. Cada reacción causa una reducción en el peso molecular de la celulosa de modo que la molécula de viscosa-rayón es considerablemente menor que la celulosa alimentada originalmente. Algo de CS_2 se desprende de la celulosa xantato durante el proceso de maduración (2, 6).





Acetato de celulosa



FIBRAS DE VIDRIO

Las telas de fibra de vidrio se preparan desde 1893, cuando Owens hizo un vestido con tela de fibra de vidrio de un diámetro casi cinco veces mayor que las fibras empleadas hoy. Desde entonces se han hecho muchas mejoras, hasta fibras continuas con diámetros tan pequeños como 5 μm . El primer y el más importante (1938) fabricante de fibras de vidrio es Owens-Corning Fiberglas Corp., que vende su producto bajo el nombre comercial de Fiberglas.

La fibra de vidrio se suministra en forma continua o en hebras, y es la cuarta en producción entre todas las fibras sintéticas; es muy adecuada para aislantes térmicos y electrónicos, cortinas a prueba de incendio y laminados plásticos. Resiste muy bien a las tensiones (7 gramos por dornia, seca o húmeda), pero se rompe para fuerzas de tracción bajas (alrededor del 3%). Se quiebra al doblarla y es poco resistente a la fatiga dinámica. No se puede teñir con los procedimientos ordinarios y no sirve para confeccionar vestidos (2).

2.2.2. DATOS DE PRODUCCIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS

PRODUCCIÓN MUNDIAL.

La producción de fibras sintéticas es de 25 115 000 toneladas en 1998, con una tasa media de crecimiento anual del 5,75 por ciento (FAO 1999). En la tabla IV se muestra los productores de fibras sintéticas.

**TABLA IV. Balanza comercial en volumen por bloques económicos
De fibras sintéticas al mes de diciembre de 1999**

BLOQUE/PAÍS	IMPORTACIÓN TONELADAS	%	EXPORTACIÓN TONELADAS	%	BALANZA
NORTE AMERICA	71,211	57.69	134,144	60.16	62,933
CANADA	555	0.45	4,925	2.21	4,370
ESTADOS UNIDOS	70,656	57.24	129,219	57.95	58,563
LADI	1,123	0.91	28,129	12.62	27,006
ARGENTINA	89	0.07	4,381	1.96	8,292
BOLIVIA	0	0.00	2,828	1.27	2,828
BRASIL	0	0.00	2,273	1.02	2,272
COLOMBIA	753	0.61	5,166	2.32	4,413
CHILE	0	0.00	4,041	1.81	4,041
ECUADOR	36	0.03	5,405	2.42	5,370
PARAGUAY	0	0.00	209	0.09	209
PERU	239	0.19	1,056	0.47	817
URUGUAY	6	0.00	1,172	0.53	1,166
VENEZUELA	0	0.00	1,598	0.72	1,598
UNIÓN EUROPEA	13,517	10.95	16,572	7.43	3,054
ALEMANIA	8,236	6.67	253	0.11	(7,984)
AUSTRIA	247	0.20	35	0.02	(212)
BÉLGICA-LUXEMBURGO	77	0.06	3,126	1.40	3,049
DINAMARCA	33	0.03	0	0.00	(33)
ESPAÑA	3,301	2.67	847	0.38	(2,455)
FILANDIA	583	0.47	0	0.00	(583)
FRANCIA	517	0.42	14	0.01	(504)
GRECIA	0	0.00	0	0.00	0
HOLANDA	0	0.00	0	0.00	0
IRLANDA (EIRE)	0	0.00	0	0.00	0
ITALIA	341	0.28	9,896	4.44	9,555
PORTUGAL	22	0.02	112	0.05	91
REINO UNIDO	42	0.03	2,290	1.03	2,247

SUECIA	116	0.09	0	0.00	(116)
ASIA	14,091	11.42	16,445	7.60	2,853
COREA DEL NORTE	377	0.31	0	0.00	(377)
COREA DEL SUR	5,217	4.23	898	0.4	(4,319)
CHINA NACIONALISTA	0	0.00	0	0.00	0
FILIPINAS	0	0.00	0	0.00	0
HONG KONG	8	0.01	6,173	2.77	6,165
INDIA	1,696	1.37	2,641	1.18	947
INDONESIA	795	0.64	0	0.00	(795)
JAPÓN	2,265	1.84	1,791	0.80	(474)
MALASIA	148	0.12	0	0.00	(148)
PAKISTAN	0	0.00	65	0.03	65
SINGAPUR	0	0.00	10	0.00	10
SRILANKA	0	0.00	0	0.00	0
TAILANDIA	3,587	2.91	0	0.00	(3,587)
CHINA POPULAR (PEKÍN)	1	0.00	5,366	2.41	5,366
CENTRO AMÉRICA	28	0.02	12,811	5.75	12,782
BELICE	0	0.00	1	0.00	1
COSTA RICA	28	0.02	855	0.38	827
EL SALVADOR	0	0.00	4,525	2.03	4,525
GUATEMALA	0	0.00	6,912	3.10	6,912
HONDURAS	0	0.00	512	0.23	512
NICARAGUA	0	0.00	5	0.00	5
PANAMA	0	0.00	1	0.00	1
OTROS	23,460	19.01	14,368	6.44	(9,093)
TOTAL	123,431	100.00	222,967	100.00	99,536

FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana Edición 2000.

PRODUCCIÓN NACIONAL

INDUSTRIA DE FIBRAS SINTÉTICAS

La industria de Fibras Sintéticas constituye el primer eslabón de la Cadena Fibras-Textil-Confección. Este segmento es crucial para el buen desempeño de los eslabones de la Cadena, ya que factores como tecnología, calidad y precio influyen considerablemente en la competitividad de toda la cadena de valor.

La industria de Fibras en México aporta un 15% de Valor Agregado de toda la Cadena Textil, siendo un sector intensivo en capital con mano de obra altamente productiva. Las principales fibras que se producen en México son el Poliéster, la Fibra Acrílica, el Nylon, el Acetato, el Polipropileno y el Rayón, en el orden de volumen de producción.

Esta industria ha sido un sector tradicionalmente exportador, en el año de 1999 según datos de SECOFI se exportó un 36.69% de la producción total (ver tabla VI).

Resulta importante destacar que como primer eslabón de la Cadena Textil, el crecimiento de las exportaciones de los demás eslabones de la Cadena producen un impacto positivo en la producción de fibras, dados los incentivos arancelarios negociados con los principales mercados de destino³.

El sector de Fibras Sintéticas nacional está constituido por las siguientes empresas:

- ARTEVA SPECIALITIES S. DE R.L. DE C.V.
- NYLON DE MÉXICO S.A.
- CELULOSA Y DERIVADOS S.A. DE C.V.
- FIBRAS QUÍMICAS S.A.
- FIBRAS SINTÉTICAS S.A. DE C.V.
- CELANESE MEXICANA S.A. DE C.V.
- FINACRIL S.A. DE C.V.
- INDUSTRIA POLIFIL S.A. DE C.V.
- IMPETMEX
- KIMEX S.A. DE C.V.
- ARTEVA SPECIALITIES S. DE R.L. C.V.
- POLIKRON S.A.

Estas producen los diferentes tipos de fibras sintéticas en el país (ver tabla V). Resumiendo su total de producción de 1999, según datos de SECOFI y anuario de la industria química mexicana edición 2000, tenemos lo siguiente:

³ Datos de 1999, Asociación Nacional de la Industria Química.

INVERSIÓN : La inversión activos fijos brutos en 1999 fue del orden \$ 761,359 miles de pesos.

CAPACIDAD INSTALADA: La capacidad total instalada a diciembre de 1999 fue del orden de 758,192 toneladas, correspondiendo 631,192 a las sintéticas y 34,600 a las artificiales⁴.

PRODUCCIÓN: La producción de fibras sintéticas en 1999 fue de 581,625 toneladas y las fibras artificiales de 26,044 lo que da un total de 607,669 toneladas, indicado en la tabla VI.

Durante 1999 las fibras sintéticas aumentaron un 3.5% y las artificiales disminuyeron 17.8% respecto a 1998.

COMERCIO EXTERIOR

a) Importación

En 1999 las importaciones de fibras artificiales fueron de 11,158, mientras que las fibras sintéticas fueron de 112,273 toneladas.

b) Exportación

La exportación de fibras sintéticas en 1999 fue del orden de 206,977 tons y las fibras artificiales fue de 15,990 toneladas (ver tabla VI).

⁴ Entiéndase por fibra artificial, las que están fabricadas por polímeros naturales y las fibras sintéticas por polímeros sintéticos, así es como lo divide la Asociación Nacional de la Industria Química.

TABLA V. Fibras sintéticas Fabricadas en el país

EMPRESA Y PLANTA	Nylon Filamento Textil	Nylon F. corta	Nylon A.T. Y cuerda Para lanta	Poliéster Filamento Textil	Poliéster F. corta	Poliéster A.T. Y cuerda para lanta	Acrílica F. corta	Polipropileno Filamento Textil	Polipropileno F. corta	Rayón Filamento Textil	Rayón A.T. Y cuerda para Lantias	Acetato Filamento	Acetato F. corta Y mecha	Filamentos Elastoméricos
Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Toluca, Edo. de Mex.			*		*	*								
Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Ocotlán, Jal.	*			*								*	*	
Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Querétaro, Qro.			*	*	*									
Celulosa y Derivados de Monterrey. S.A. de C.V. Monterrey, N.L.										*	*			
Celulosa y Derivados S.A. de C.V. El Salto, Jal.							*							
Fibras Químicas S.A. Monterrey N.L.	*		*	*		*								
Fibras Sintéticas, S.A. de C.V. México D.F.	*		*	*										
Fibras Sintéticas S.A. de C.V. Cotaxtla, Ver.				*			*							
Inpetmex, S.A. El Salto, Jal.				*										
Industrias Polifil S.A. de C.V. Tlaxcala, Tlax.								*	*					
Kimex, S.A. de C.V. Edo. de Méx.	*			*	*									
Nylon de México S.A. Monterrey, N.L.	*	*		*	*									*
Fibras Nacionales de Acrílico, S.A. de C.V. Altamira, Tamps.							*							

Fuente ANIQ con datos de SECOFI
Anuario del 2000

TABLA VI. Total de fibras sintéticas y artificiales (México)
resumen 1999
(Toneladas)

<i>Clase de Fibra</i>	<i>Producción</i>	<i>Importación</i>	<i>Exportación</i>	<i>Consumo Nacional</i>	<i>Capacidad Instalada</i>	<i>Relación CNA/CI</i>
RAYON FILAMENTO TEXTIL	3,573	144	3,468	249	6,200	4.02
RAYON FIBRA CORTA	0	7,808	0	7,808	0	N.C.
TOTAL RAYON TEXTIL	3,573	7,952	3,468	8,057	6,200	129.95
RAYON FILAMENTO INDUSTRIAL	1,295	4	322	977	1,440	67.85
TOTAL FIBRAS DE RAYON	4,868	7,956	3,790	9,034	7,640	118.25
ACETATO FILAMENTO	4,853	506	1,807	8,552	9,600	89.08
ACETATO FIBRA CORTA (MECHA)	11,323	2,696	10,393	3,626	19,000	19.08
TOTAL FIBRAS ARTIFICIALES	26,044	11,158	15,990	21,212	36,246	58.53
NYLON FILAMENTO TEXTIL	33,251	6,074	13,045	26,282	35,406	74.23
NYLON FIBRA CORTA	0	2,742	24	2,718	0	N.C.
TOTAL NYLON TEXTIL	33,251	8,816	13,067	29,000	35,406	81.91
NYLON FILAMENTO INDUSTRIAL	35,828	3,817	7,598	32,047	3,050	105.07
TOTAL FIBRA DE NYLON	69,079	12,633	20,665	61,047	65,906	92.63
POLIÉSTER FILAMENTO TEXTIL	128,066	32,900	35,916	125,050	162,346	77.03
POLIÉSTER FIBRA CORTA	202,339	33,815	75,457	160,697	237,500	67.66
TOTAL POLIÉSTER TEXTIL	330,405	66,715	111,373	285,747	399,846	71.46
POLIÉSTER FILAMENTO INDUSTRIAL	29,190	561	14,923	14,828	23,600	62.83
TOTAL FIBRAS DE POLIÉSTER	359,595	67,276	126,296	300,575	423,446	70.98
FIBRAS ACRILICAS	144,326	18,903	59,588	103,641	216,400	47.89
POLIPROPILENO FIL. Y F.C.	8,625	13,461	428	21,658	16,200	133.69
TOTAL FIBRAS SINTÉTICAS	581,625	112,273	206,977	486,921	721,952	67.45
TOTAL	607,669	123,431	222,967	508,133	758,192	67.02

Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana Edición 2000

Nota: ANIQ denomina en esta tabla a las fibras sintéticas las que provienen de polímeros sintéticos y las artificiales las que provienen de polímeros naturales.

2.2.3. USOS DE LAS PRINCIPALES FIBRAS SINTÉTICAS

Los usos de las fibras sintéticas dependen de la naturaleza de las fibras individuales. La ropa, las alfombras y los tapices se hacen casi totalmente con fibras sintéticas. Las mezclas de poliéster y algodón han impartido facilidad de lavado y planchado permanente a camisas y otras prendas de vestir. Los usos principales de las fibras sintéticas así como el mercado que cubren estas fibras, tomando como base la industria textil nacional se indican en la tabla VII.

**TABLA VII. Productores principales (nacionales) por fibra
usos y mercado**

<i>Fibra</i>	<i>Productores</i>	<i>Usos</i>	<i>Mercado</i>
Rayón Filamento Textil	Celulosa y Derivados de Monterrey S.A. de C.V.	Es destinado a los bordadores y confeccionistas principalmente	Los principales países de exportación : Estados Unidos e Italia.
Rayón Fibra Corta		Esta destinado exclusivamente a la industria del vestido y confección	Principal origen de sus importaciones es de Estados Unidos y Tailandia
Acetato Filamento Textil	Celanese Mexicana S.A. de C.V.	Uso final es en prendas de Vestir	Principales países de exportación: Corea y Taiwán.
Acetato Fibra Corta y Mecha	Celanese Mexicana S.A. de C.V.	Uso principal filtros de cigarros y Plumones	Principales países de exportación: Bélgica, Argentina, Brasil y China.
Nylon Filamento Textil	Fibras Químicas S.A. Fibras Sintéticas S.A. de C.V. Kimex S.A. de C.V Nylon de México S.A.	Este producto comparte el mercado del vestido estrechamente con el filamento textil de poliéster	El mercado de exportación está integrado por Estados Unidos, El Salvador, Brasil, Perú, Colombia.

		Sus usos principales son: medias, lencería, calcetines, ropa deportiva etc.	
Nylon Fibra Corta		Uso principal son estambres y Alfombras.	Principal países de importación: Estados Unidos y Alemania.
Nylon Filamento Industrial	Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Fibras Químicas, S.A.	Uso general están en las industrias pesqueras y llantera; la fabricación de piolas, lonas, lonetas, maletas y maletines.	Actualmente esta fibra se exporta a Estados Unidos, Perú y Brasil
Poliéster Filamento Textil	Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Fibras Químicas S.A. Fibras Sintéticas S.A de C.V. Kimex, S.A. de C.V. Impetmex, S.A.	Principal uso: tela pantalonera, Camisas y sábanas	Su mercado de exportación lo conforman principalmente: Irlanda, Estados Unidos, Canadá, Colombia y Guatemala.
Poliéster Fibra Corta	Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Polikron S.A.	El poliéster de fibra corta es la fibra de elección para mezclar tanto con fibras naturales (algodón y lana) como artificiales y sintéticas para la fabricación de pantalones, trajes alfombras, tapetes y prendas de vestir.	La fibra se exporta actualmente a: India, Estados Unidos e Italia.

<p>Poliéster Filamento Industrial</p>	<p>Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Fibras Químicas, S.A.</p>	<p>Dentro de sus principales usos, se encuentran: cuerdas para llantas y bandas, plastizadas, filtros, cinturones de seguridad, hilos, etc.</p>	<p>Los principales países de exportación son: Estados Unidos, Canadá, Venezuela y Alemania.</p>
<p>Propileno Filamento y Fibra Corta</p>	<p>Industria Polifil, S.A. de C.V.</p>	<p>Esta fibra es utilizada en la industria textil para tapicería, tela y estambre para tejer.</p>	<p>Los mercados de exportación más significativos son Estados Unidos, Argelia y Australia.</p>
<p>Fibra Acrilica</p>	<p>Celulosa y Derivados S.A. de C.V. Fibras Nacionales de Acrílico S.A. de C.V. Fibras Sintéticas S.A. de C.V.</p>	<p>Entre los usos de esta fibra se encuentran en cobertores, suéteres y estambres.</p>	<p>El mercado de exportación la constituyen China, Argentina, India y Turquía.</p>

FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana Edición 2000.

CAPITULO 3. ALGODÓN Y POLIÉSTER

3.1. ALGODÓN

El algodón es la planta textil de fibra suave más importante del mundo y su cultivo es de los más antiguos. Los fragmentos de telas y de fibras encontrados en Pakistán, permiten asegurar que ya se cultivaba en el año 3 000 a. de C. En el Perú se han descubierto restos de telas que se remontan al año 2 500 a de C (10).

Con la invención de la maquinaria desmontadora de algodón en 1793, se incrementó su cultivo y también la industria textil. En 1800 la producción mundial era de 200 mil pacas y un siglo después fue de 20 millones de pacas. Últimamente la fabricación de rayón y de otras fibras sintéticas y materiales plásticos ha entrado a competir fuertemente con el algodón.

El origen de las varias especies cultivadas se localiza en Asia, África, y el Hemisferio Occidental, incluyendo a la mayoría de los países tropicales del mundo.

La producción mundial de algodón para la campaña agrícola 2000/01 (agosto/julio) se calcula en 19 millones de toneladas anuales, las cuales provienen de los cinco continentes.

Como subproducto del procesamiento de la fibra del algodón queda la semilla que constituye una fuente de aceite de alta calidad para la alimentación humana. La pasta se utiliza como suplemento de la alimentación animal.

La mayor producción de algodón en el mundo se obtiene de variedades de la especie *G. Hirsutum* o algodón americano. Las más importantes son: Deltapine, Stonville, Coker y Acala.

El cultivo del algodón en el hemisferio norte llega a latitudes de 37° en Estados Unidos, a 47° en Manchuria. En el hemisferio sur estos límites se extienden en Sur América y Australia a 32° y en África a 30° (11).

3.1.1. LA INDUSTRIA DEL ALGODÓN EN MÉXICO

Según Gustavo Heuzé, el algodouero fue encontrado ya en cultivo, en América por Cristóbal Colón en el año de 1492; en 1519; por Hernán Cortés en México; en 1536, en la Luoisiana, por Alvarado Núñez Cabeza de Vaca; y en 1552, en Perú, por Pizarro.

En la Historia de Nueva España, por Lorenzana, se expresa que Hernán Cortés en carta enviada al emperador Carlos V en 30 de octubre de 1520, refiriéndose a los embajadores de Moctezuma, dijo: "Con ellos (los embajadores) envió hasta mil pesos de oro y otras tantas piezas de ropa de algodón de las que ellos visten".

Cuando los españoles arribaron a tierras mexicanas fueron obsequiados por los caciques indígenas con diversos presentes, Menciona Bernal Diaz de Castillo, entre otros, el presente de Tabasco, consistente en "mantas (de algodón) de las que ellos hacían, que son muy bastas". Al hablar del cacique gordo de Zempoala, dice que les ofreció oro y mantas (de algodón) en prenda de amistad. Al referirse a los presentes de Moctezuma, cita "veinte cargas de ropa fina del algodón". López de Gómara, al hablar de los mercados aztecas, decía lo que sigue: "La más rica mercadería es sal y mantas de algodón, blancas, negras y de todos colores, unas grandes, otras pequeñas, unas para cama, otras para capa, otras para colgar; para bragas, camisas, manteles, pañizuelos y otras muchas cosas".

“El Gobierno colonial se ocupó rápidamente de impulsar la industria textil, pues habiendo sido México conquistado en 1521, ya en 1533 había toda clase de oficiales y obreros pertenecientes a la industria textil tejiendo no sólo algodón, sino también lana y seda, fabricando asimismo terciopelos; y en los años que van de 1533 a 1570, vemos cómo aumenta constantemente la importancia de dicha industria hasta llegar a la exportación de géneros tejidos en 6 navíos cada año al Perú, y remisión desde Yucatán a México de 100 000 mantas de algodón de 16 varas cada una.

“El mismo auge siguió teniendo la industria textil en los doscientos años subsiguientes, con la diferencia de que el impulso dado en un principio a la seda y al lino se abandonó totalmente, dedicando todos los esfuerzos a la industria y de la lana.

Ya para los años de 1977, según datos de la FAO de producción se sembraron 33 159 000 hectáreas a nivel mundial, con un promedio de 1259 kg./ha. y una producción total de 41 757 000 toneladas de algodón sin desmontar (en hueso).

Para México la producción de algodón fue la siguiente: en 1964-65 se obtuvieron 2 408 000 pacas⁵. Para el ciclo agrícola 1965-66 se obtuvieron 2 408 000 pacas. Para el ciclo agrícola 1965-66 se obtuvieron 2 210 000 pacas. Para 1966-67 se obtuvieron 1 963 000 pacas. Para 1967-68 la producción fue de 2 300 000 pacas, para 1968-69 de 1 800 000 pacas y para 1969-70 de 2 380 000 pacas (10, 9).

3.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL ALGODÓN

La fibra de algodón tiene una tenacidad comprendida entre 3 y 6 g.p.d. y su resistencia en húmedo de 110 al 130% de la que tiene en seco. Su elongación de ruptura es del orden del 3 al 7%. Por lo tanto, el algodón viene a ser una fibra relativamente quebradiza en

⁵ Las pacas se consideran que tienen un peso de 230 kg. cada una.

comparación con la ceda o la lana. Su absorción de energía es elevada, más por su gran resistencia que por su evidente extensibilidad. Debido a su elevado módulo de tensión, no presenta buenas características de recuperación y los géneros de algodón tiene poca retención de pliegue y resistencia a las arrugas. Es particularmente adecuado para toallas y servilletas, por su capacidad de absorber grandes cantidades de agua, su facilidad de lavado y su no termo plasticidad. Como puede esterilizarse, es útil para todos los fines médicos y quirúrgicos. Arde con facilidad y aunque no funde a temperaturas elevadas se chamusca y descompone (10).

La tabla VIII, presenta algunos valores físicas de tejidos de algodón según la *Cotton Incorporated*, una de las marcas mas importantes en la industria textil de esta fibra.

TABLA VIII. Propiedades físicas para tejidos de algodón

Propiedades del Algodón para Tejidos Típicos				
Tejido	Longitud Promedio de Parte Superior (pulg.)	Resistencia (g/tex)	Lectura de Micronaire	Relación de Madurez
Mezclilla o Dénim (OE)	0,92-1,15	24-32	3,0-5,0	0,80-0,90
Toallas	0,93-1,10	24-32	3,5-4,9	0,80-0,90
Tela de estampe	1,06-1,18	24-32	3,5-4,9	0,85-0,95
Sábanas	1,06-1,14	24-32	3,8-4,6	0,85-0,95
Sargas	1,00-1,09	24-32	3,5-4,9	0,85-0,95
Pana o Corduroy	1,06-1,16	24-32	3,8-5,5	0,90-1,00
Franelas	0,93-1,06	24-32	3,5-4,9	0,85-0,95
Popelina	1,09-1,13	24-32	3,5-4,9	0,85-0,95
Tejido de punto (galga 18-28)	1,09-1,16	24-32	3,5-4,9	0,85-1,00
Camisería	1,12-1,18	28-32	3,7-4,4	0,90-1,10

Longitud & Uniformidad		Resistencia de la Fibra	
Longitud promedio de la parte superior		(Resistencia de galga de 1/8 pulg. en gramos/tex)	
Menos de 0,99	Corta	17 y menos	Muy débil
0,99-1,10	Mediana	18-21	Débil
1,11-1,26	Larga	22-25	Base
Más de 1,26	Extra Larga	26-29	Fuerte
		30 y más	Muy fuerte
Índice de Uniformidad		Elongación de la Fibra	
Más de 77	Muy Alta	Menos de 5,0	Muy baja
77-79	Alta	5,0-5,8	Baja
80-82	Promedia	5,9-6,7	Promedio
83-85	Baja	6,8-7,6	Alta
Menos de 85	Muy baja		
Índice de Uniformidad de Longitud (LUI) =		Más de 7,6	Muy Alta
$\frac{100 \times \text{Longitud media}}{\text{Longitud promedio de parte superior}}$			

FUENTE: 2001 Cotton Incorporated

Finura, Madurez y Micronaire de la Fibra

Algodón Upland Estadounidense

La figura 3, muestra la relación entre micronaire, finura de la fibra, relación de madurez y diámetro teórico de la fibra. El corte transversal de la fibra se asume como circular lo que hace que sean aproximadas las líneas diametrales de la figura. Las curvas para el nivel de micronaire son empíricas y por esa razón contienen errores experimentales. La Finura de la fibra (su densidad lineal) está expresada en microgramos/pulgada o en millitex ($\mu\text{g}/\text{m}$). El rango práctico de finura para el algodón estadounidense Upland es aproximadamente de 125-225 millitex. El Micronaire está expresado en unidades micronaire sin dimensiones. El rango de micronaire para el algodón estadounidense Upland es de 2,0 a 6,0. La relación de madurez es una medida de la cantidad relativa de celulosa en el corte transversal de la fibra. Los valores son números sin dimensiones en el rango de 0,7 a 1,2 .

Finura, Madurez y Micronaire de la Fibra
Algodón Upland Estadounidense

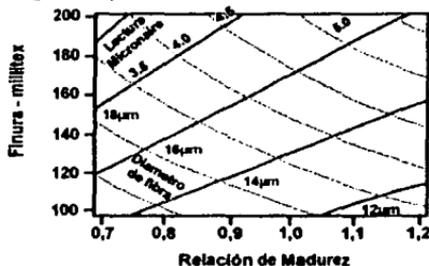


Fig. 3 Finura, Madures y Micronaire del algodón

TABLA IX. Valores de finura y madurez de la fibra de algodón

Finura de la Fibra		Madurez de la Fibra	
Finura (millitex)	Descripción	Relación de Madurez	Descripción
Menos de 135	Muy fina	Menos de 0.7	Poco común
135-175	Fina	0.7-0.8	Inmadura
175-200	Promedio	0.8-1.0	Maduras
200-230	Basta (burda)	Más de 1.0	Muy madura
Más de 230	Muy basta		

FUENTE: 2001 Cotton Incorporated

Aunque la gravedad específica (y/o densidad) del algodón es generalmente medida según valores que van de 1,5 a 1,6 gramos/cm³, esos valores realmente pertenecen al polímero de celulosa y no a la densidad de la fibra de algodón formada esencialmente de celulosa. Las mediciones de densidad de fibras de algodón seco producen valores muy inferiores, en el orden de 1,27 gramos/cm³, debido a los múltiples microporos en línea a través de la estructura de la fibra. Es interesante además anotar que cuando las densidades de 14 variedades de algodón se calcularon en el estado hipotético de completa hinchazón, sus densidades se redujeron a un valor promedio de sólo 0,85 gramos/cu cm³ (ver fig. 4). El

espacio vacío interno de “no-fibra” correspondiente en esos algodones en completa hinchazón promedió un vacío fraccional de 0,488.

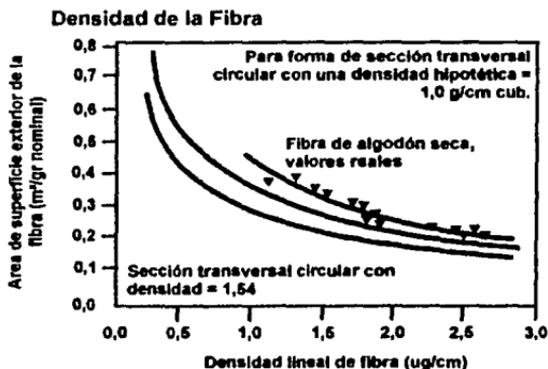


Fig. 4. Densidad de la fibra de algodón

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA FIBRA DE ALGODÓN

Efectos de los ácidos

Son desintegradas por ácidos diluidos calientes o ácidos concentrados fríos. No son afectadas por ácidos débiles fríos.

Efectos de los álcalis

Hinchazón en sosa cáustica (mercerización), pero no produce daño.

Efecto de solventes orgánicos

Resistente a la mayoría de los solventes industriales y caseros comunes.

TABLA X. Propiedades físicas y químicas de la fibra de algodón

<p>Efectos de otras sustancias químicas Blanqueada por hipocloritos y peróxidos; se oxida en oxixelulosa. Se hincha y desintegra en hidróxido de cupramonio.</p>	<p>Efecto de calor Altamente resistente a la deformación y degradación térmicas. Comienzo de descomposición en el aire (TGA) a 550°F. Temperatura segura de placa caliente (planchado) 425°F. Se vuelve amarilla después de 5 horas a 248°F.</p>						
<p>Tenacidad a rotura</p> <table border="0"> <tr> <td>(gf/tex)</td> <td>(gf/den)</td> </tr> <tr> <td>Estándar 27-44</td> <td>Estándar 3,0-4,9</td> </tr> <tr> <td>Húmedo 28-57</td> <td>Húmedo 3,3-6,7</td> </tr> </table>	(gf/tex)	(gf/den)	Estándar 27-44	Estándar 3,0-4,9	Húmedo 28-57	Húmedo 3,3-6,7	<p>Rigidez promedio 513-540 gf/tex; 57-60 gf/den</p>
(gf/tex)	(gf/den)						
Estándar 27-44	Estándar 3,0-4,9						
Húmedo 28-57	Húmedo 3,3-6,7						
<p>Gravedad específica Polímero celulósico 1.54 Fibra de algodón 1.27</p> <p>Elongación de rotura Estándar 3-9,5%</p> <p>Resistencia a la luz solar y al moho Excelente resistencia a la luz solar. Tejidos sujetos a un moho excesivo son lavados para minimizar los efectos residuales.</p>	<p>Resistencia a la tracción (psi) 44.000-109.000</p> <p>Recuperación de humedad 7% (condiciones estándar)</p> <p>Absorción de humedad 24-27% at 95% r. h.</p>						

<p>Dureza promedio 1,44 gf.cm/tex.cm; 0,16 gf.cm/den.cm</p>	<p>Colorantes usados Directos, tina, azoicos, básicos, mordientes, pigmentos, sulfuros, reactivos.</p>
<p>Recuperación elástica 74% de recuperación después de 2% de elongación 45% de recuperación después de 5% elongación</p>	<p>Identificación En la ignición, la fibra deja ceniza gris fina y sin bolitas. La apariencia longitudinal es plana y parecida a una cinta con quiebres. Se disuelve en ácido sulfúrico frío al 80%.</p>

FUENTE: 2001 Cotton Incorporated

3.1.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN

El algodón exige una estación de crecimiento prolongada con abundante sol y agua y tiempo seco durante la recolección. En general, estas condiciones se dan en latitudes tropicales y subtropicales de los hemisferios norte y sur.

El cultivo del algodón suele ser anual; la primera labor es el trozamiento mecánico de la parte aérea de las plantas; a continuación se entierran estos restos vegetales y se deja descansar el suelo hasta el laboreo. La época de plantación es muy corta y tras ella, las plantaciones deben ser sometidas a cuidados intensos, ya que estas plantas son muy sensibles al ataque de las malas hierbas y parásitos.

La cosecha es una de las labores que requiere más atención a fin de obtener la máxima cantidad y calidad de fibra y de semilla. Puede ser manual o mecánica. La cosecha manual se realiza en la mayoría de las zonas algodóneras del mundo, a pesar de los avances de la

tecnología para la cosecha mecánica. El método manual tiene el inconveniente de la disponibilidad de mano de obra requerida, que a veces escasea.

En la recolección manual, debido a la maduración escalonada de las cápsulas, es necesario realizar dos, tres, y en ocasiones hasta cuatro pases. En el primer pase se cosecha casi el 90% de la producción y resulta relativamente más barata que los siguientes pases.

La cosecha manual absorbe entre el 50 y el 80% de la mano de obra total que se requiere para producir algodón. Por ello, en muchos casos no queda otra alternativa que cosechar el algodón mecánicamente. En general, existen dos tipos fundamentales de cosechadoras: Las recogedoras selectivas y las recogedoras arrancadoras no selectivas. Las primeras sólo cosechan las bellotas maduras. Las máquinas arrancadoras pasan sólo una vez y cosechan todas las cápsulas de las plantas, abiertas o todavía verdes.

Cuando el algodón llega a la planta desmotadora, se carga en el edificio por medio de conductos colocados en los camiones y remolques. En muchos casos, pasa primero por una secadora que reduce el contenido de humedad para facilitar las siguientes operaciones. A continuación pasa a unas máquinas que separan del algodón toda la materia extraña: suciedad, restos de hojas, etc. El algodón limpio entra en las desmotadoras, que separan la fibra de las semillas. Por último, las fibras se empaquetan en balas. En cuanto a la transformación de la fibra de algodón en hilaturas, tejidos y cordajes.

El color natural del algodón es un blanco crema. El mercado requiere una variedad más amplia, por lo tanto, el algodón debe ser blanqueado y raras veces se hace con peróxido de hidrógeno que es benigno o con ozono. La mayoría de los productores usan los mismos químicos que se han prohibido en la industria del papel, por ejemplo, el cloro (6, 10).

3.1.4. DATOS DE PRODUCCIÓN

PRODUCCIÓN MUNDIAL

La producción mundial de algodón para la campaña agrícola 2000/01 (agosto/julio) se calcula en 19 millones de toneladas (ver tabla XI), sólo 100 000 toneladas más que en 1999/2000. Con unos rendimientos y una superficie sembrada ligeramente mayores, la producción de China debería alcanzar los 3,9 millones de toneladas. En los Estados Unidos, el programa de préstamos para la comercialización del algodón ofreció un incentivo a los agricultores para que aumentaran en un 6 por ciento las tierras cultivadas con algodón con respecto a la campaña 1999/2000, en la que las plantaciones ya habían aumentado cerca del 9 por ciento. Se prevé, por consiguiente, que la producción en los Estados Unidos alcanzará los 4,0 millones de toneladas, alrededor de 300 000 toneladas más que en 1999/2000. Australia, después de alcanzar una producción sin precedentes en 1999/2000 incrementará su producción en otro 4 por ciento a 830 000 toneladas. La producción de la Argentina debería recuperarse respecto de las 130 000 toneladas obtenidas en 1999/2000, su nivel más bajo desde 1986/87, hasta alcanzar las 180 000 toneladas. La de Brasil debería aumentar 100 000 toneladas a 750 000 toneladas, debido principalmente a la continua expansión de la superficie plantada. En el Pakistán, donde las condiciones atmosféricas tienen una gran influencia en la producción, la situación desfavorable sumada a los precios bajos vigentes en el período de siembra podrían reducir la producción de algodón en más del 10 por ciento a 1,6 millones de toneladas. En la zona de la ex URSS, la producción total disminuirá alrededor de 9 por ciento respecto al año anterior, ya que los agricultores de Uzbekistán han reducido la superficie sembrada con algodón en favor del trigo. Tras alcanzar el nivel más alto en tres años (550 000 toneladas) en 1999/2000, la producción debería disminuir en la Comunidad Europea en alrededor de 50 000 toneladas (CCI – Estadísticas Mundiales del algodón, octubre de 2000).

TABLA XI. Datos de producción mundial de algodón.

Producción 1/
Miles de toneladas

	1993 - 95 Promedio	1998/99	1999/00	2000/01 Proy.
MUNDIAL	19,294	18,644	18,8887	19,010
Estados Unidos	4,038	3,030	3,624	4,000
China 2/	4,524	4,501	3,830	3,900
India	2,820	2,710	2,650	2,700
Pakistán	1,659	1,480	1,800	1,600
Zona ex URSS	1,517	1,474	1,442	1,305
Turquía	822	882	795	750
Australia	578	726	733	785
CE - 15	450	494	553	498
México 3/	347	469	214	17
Argentina	338	200	130	180
Brasil	362	521	648	750
Egipto	308	530	229	186
Otros	1,531	1,927	2,169	2,339

1/Campaña que comienza el 1 de agosto

2/incluidos Hong Kong y Taiwán

3/SAGARPA, años agrícolas 1991-2001, cifras programadas para el año 2001.

FUENTE: CCI-Estadísticas Mundiales del Algodón, octubre de 2000.

EXPORTACIONES

Según las previsiones, las exportaciones mundiales en 2000/01 alcanzarán los 6,2 millones de toneladas (ver tabla XII), alrededor de un 7 por ciento más que en la campaña anterior. Las de los Estados Unidos deberían alcanzar los 1,8 millones de toneladas, el nivel más alto de los últimos cinco años, debido principalmente a un ulterior crecimiento de la economía mundial y a unos precios más competitivos derivados del restablecimiento del programa Step-2. Se prevé un descenso de las exportaciones de la zona de la ex URSS a 1 140 000 toneladas, debido a la disminución de la producción en Uzbekistán. Las entregas de Australia, actualmente el tercer exportador mundial en orden de importancia, se pronostican en un nivel récord de 750 000 toneladas en 2000/01. En 1999/2000, las exportaciones de China fueron de 370 000 toneladas, pero en 2000/01 serán de sólo

200 000 toneladas debido a que, por la influencia de las recientes reformas relativas a la comercialización del algodón, la producción fue inferior al nivel de consumo traduciéndose en una reducción de las existencias de más de 1 millón de toneladas.

TABLA XII. Datos de exportaciones de algodón.

Exportaciones 1/
Miles de toneladas

	1995 - 97 Promedio	1998/99	1999/00	2000/01 Proy.
MUNDIAL	6,041	5,356	6,054	6,200
Estados Unidos	1,606	946	1,481	1,800
Zona ex URSS	1,430	1,200	1,257	1,142
Australia	474	660	710	795
CE - 15	308	290	339	312
Argentina	262	164	80	87
Mali	177	215	168	185
Pakistán	145	1	150	15
Siria	173	180	182	227
Benin	134	138	146	152
Sudán	77	54	37	52
Egipto	56	109	100	102
China 2/	35	147	370	200
Otros	2,770	2,198	2,515	2,931

1/Campaña que comienza el 1 de agosto.

2/incluidos Hong Kong y Taiwán.

FUENTE: CCI-Estadísticas Mundiales del Algodón, octubre de 2000.

IMPORTACIONES

Hay dos factores que están impulsando la demanda mundial de importaciones. El primero fue la aplicación del Acuerdo sobre los Textiles y el Vestido (ATC) y el Acuerdo de Libre Comercio de América del Norte (TLC), que estimularon el comercio de los textiles. Algunos de los principales países exportadores de textiles experimentaron incrementos significativos de las exportaciones de algodón en los últimos años al haber aumentado el consumo de las fábricas internas. México debería importar 500 000 toneladas en 2000/01 (ver tabla XIII), el doble del promedio alcanzado en 1995/97, ya que sus

exportaciones de textiles a los Estados Unidos están aumentando de forma pronunciada desde la entrada en vigor del TLC. Se prevé que la India importará 270 000 toneladas de algodón en 2000/01, más del doble del nivel de 1998/99, ya que el consumo de las fábricas nacionales está alcanzando niveles sin precedentes para cubrir las exportaciones de textiles. El segundo factor que estimuló la demanda de importaciones fue el crecimiento de la economía mundial. En particular, se prevé que la continua recuperación de la crisis financiera de 1998 determinará un aumento de las importaciones de algodón en los países de Asia sudoriental. Indonesia, la República de Corea y Tailandia deberían registrar un aumento de las importaciones respecto a 1999/2000. Dado que el aumento de las importaciones de estos países compensará con creces la disminución de las de la Comunidad Europea y el Brasil, se prevé que las importaciones mundiales totales de algodón alcanzarán los 6,2 millones de toneladas, alrededor de un 7 por ciento más que en la campaña anterior (CCI – Estadísticas Mundiales del algodón, octubre de 2000).

TABLA XIII. Datos mundiales de importación de algodón

Importaciones 1/
Miles de toneladas

	1995 – 97 Promedio	1998 /99	1999/00	2000/01 Proy.
MUNDIAL	5,912	5,476	5,813	6,200
CE – 15	1,009	967	891	850
China 2/	1,049	501	459	700
Brasil	428	295	259	171
Zona ex URSS	313	326	409	430
Indonesia	456	507	455	487
Corea, Rep.	319	321	360	370
Tailandia	290	271	302	312
Japón	301	270	276	275
Turquía	241	263	459	436
México	231	308	436	498
Otros	1,274	1,447	1,507	1,671

1/Campaña que comienza el 1 de agosto.

2/incluidos Hong Kong y Taiwán.

FUENTE: CCI-Estadísticas Mundiales del Algodón, octubre de 2000.

PRECIOS DEL ALGODÓN

Después de descender en diciembre de 1999 a 0,98 dólares EE.UU./kg, el nivel más bajo en 15 años, en 2000 los precios mundiales del algodón comenzaron a recuperarse. El índice Cotlook 'A', un indicador de los precios mundiales, alcanzó los 1,45 dólares EE.UU. por kilo en julio y agosto de 2000, alrededor de 15 por ciento más que el año anterior, debido al lento crecimiento de la producción y al fortalecimiento de la demanda.

TABLA XIV. Precios del algodón por kg.

Precios 1/ Cent. Dólar EE. UU. /Kg.	1995 – 1997	1998	1999	2000 2/
INDICE COTLOOK	175	133	119	140

1/ Campaña que comienza el 1 de agosto

2/ Proyección

Según las previsiones, los precios mundiales del algodón continuarán fortaleciéndose, sostenidos por el aumento de los precios del petróleo, que redundará en un aumento de los precios de las fibras artificiales, el continuo crecimiento de la economía mundial, y la disminución de las existencias en China. A largo plazo, el comercio del algodón debería repuntar significativamente con la aplicación del ATC ya que en 2005 se abolirán todas las restricciones contingentarias al comercio de los textiles (CCI – Estadísticas Mundiales del algodón, octubre de 2000).

PRODUCCIÓN NACIONAL DE ALGODÓN

El volumen de producción de la fibra de algodón en México, según datos del año agrícola del 2000, es de 195,197 toneladas (ver tabla XV), 570 toneladas menos que en ciclo agrícola de 1996 donde se registra la mayor producción de esta fibra comprendida entre los años de 1991 a 2001, ahora bien se programa con los datos del 31 de enero de 2001 que la producción será de 17,155 toneladas una de las producciones mas bajas de los últimos 10 años como lo muestra la figura 5.

**TABLA XV. Datos del algodón
años agrícolas 1991 – 2001 (México)**

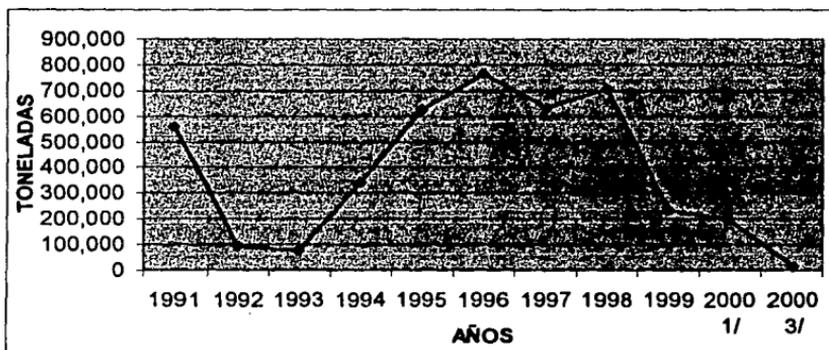
AÑO	PRODUCCIÓN TONELADAS	SUP. SEMBRADA HECTÁREAS	SUP. COSECHADA HECTÁREAS	RENDIMIENTO KG/HECTÁREA
1991	558,670	271,259	248,677	2,247
1992	91,607	49,706	46,195	1,983
1993	76,043	42,539	39,765	1,912
1994	340,097	175,375	168,879	2,014
1995	625,226	294,512	274,617	2,277
1996	765,258	314,776	306,984	2,493
1997	632,163	214,378	207,065	3,053
1998	705,397	249,602	245,278	2,876
1999	233,180	149,296	144,906	1,609
2000 1/	195,167	80,103	74,390	2,624
2000 3/	17,155	2,155	2,155	895

1/ Cifras Preliminares para el año 2000 con datos al 31 de Enero del 2001

3/ Cifras Programadas para el año 2001 con datos al 31 de Enero del 2001

FUENTE: SAGARPA, Datos Básicos del Sistema Nacional de Información Agropecuaria, Cultivos principales, años agrícolas 1991 – 2000, granos y oleaginosas

**Fig 5. Producción de algodón
años agrícolas 1991 – 2001 (México)**



FUENTE: SAGARPA, Datos Básicos del Sistema Nacional de Información Agropecuaria, Cultivos principales, años agrícolas 1991 – 2000, granos y oleaginosas

en proteínas. La pelusa se aprovecha como relleno en tapicerías y automóviles, para elaborar torundas absorbentes de algodón, y como materia prima en la producción de numerosos materiales de celulosa, como rayón, plásticos, lacas y pólvora sin humo para balas y cartuchos. La cáscara de las semillas se emplea como forraje para el ganado. De la pepita se extrae el aceite de algodón. Con la torta que queda después de la extracción del aceite se elaboran forrajes y harinas. Del sedimento que se forma después de refinar el aceite se obtienen ácidos grasos de utilidad industrial (10).

3.1.6. RECOMENDACIONES

La producción mundial de algodón para la campaña agrícola 2000/01 (agosto/julio) se calcula en 19 millones de toneladas, sólo 100 000 toneladas más que en 1999/2000. Y una producción parecida desde 1997, por lo cual podemos decir que la producción se mantiene estable en los últimos años, esto se debe a gran parte a la limitante de las tierras de cultivo.

Según datos estadísticos del anuario de FAO producción de 1977, México era uno de los países con mayor rendimiento de algodón con 950 000 tons ya, en 1998 la producción esta en 480 000 tons. Las importaciones aumentaron el doble desde 1997 de 231 miles de tons a 498 miles de toneladas para 2000/01. La superficie cosechada en 1997 fue 386 000 ha, y para 1998 de acuerdo a SAGARPA es de 190 000 ha. De acuerdo a todo esto se puede decir que la industria del algodón en México tiene primero como limitante la reducción de las zonas de cultivo, dando como resultado el constante descenso en la producción (ver tabla XV), demostrando ser muy inestable cada año en producción. Por esta causa tiene que importar mayor cantidad de materia prima para satisfacer la demanda interna. Actualmente la industria cuenta con 31 plantas en todo el país, que por causas de enfermedades o el clima puede variar la cantidad de algodón producida. Este tipo de fibra tiene mucho mercado y valdría la pena apoyarla la industria para darle un impulso a el crecimiento de las zonas de cultivo como muchos países que actualmente piensan en aumentar sus tierras de cultivo.

3.2. POLIÉSTER

El poliéster PET fue sintetizado por primera vez por Whinfield Y Dickson en el Reino Unido (1940) y las patentes fueron adquiridas por ICI (U.K.) y Du Pont (U.S.A.). Parece ser que la producción a escala mundial se inició el 1954 (6).

La fibra de poliéster se inventó en 1940 en Inglaterra, con el nombre de "terylene". El invento ocurrió en los pequeños laboratorios de investigación y desarrollo de una firma textil de tamaño mediano llamada Calico Printers Association. Las investigaciones sobre moléculas de cadena larga se constituyeron en una base teórica clave para los descubrimientos del poliéster y otros materiales sintéticos. Puesto que la empresa Calico Printers no se encontraba en condiciones de efectuar por sí misma tales esfuerzos, entró en tratos con grandes empresas y concedió licencias a Du Pont en Estados Unidos y a ICI en Gran Bretaña, las cuales pudieron afrontar los enormes costos que precisaban tanto la innovación del poliéster hacia un producto razonablemente homogéneo y estable, como las tareas de investigación aplicada y desarrollo experimental para explorar y determinar sus diversas utilizaciones potenciales modificando los insumos, en función de sus usos finales específicas. En el decenio de 1950 el poliéster o "terylene" estuvo ya en condiciones de comercializar. La producción industrial comenzó en 1953.

El dominio de los conocimientos tecnológicos de fibras sintéticas como el poliéster, en conjunción con los atractivos económicos de una producción integrada a grandes escalas, originó que las firmas químicas participaran cada vez más en la industria textil. La integración vertical de la empresa química también se debió a su necesidad de abrir nuevos mercados para sus productos cuando el sector textil daba muestra de un escepticismo general (8).

3.2.1. LA INDUSTRIA DEL POLIÉSTER EN MÉXICO

La principal fibra sintética que se produce en el mundo es precisamente el poliéster. Su producción equivalió a un tercio de la producción mundial de fibras sintéticas en 1969 y casi a la mitad en 1975. en el periodo de 1969 a 1975, la producción mundial de fibras de poliéster sostuvo un ritmo de crecimiento anual superior al de las demás fibras sintéticas.

En México hubo la moda de tejidos de punto de fibra sintéticas en los años de 1960 a 1967. asimismo, las cualidades de las fibras sintéticas fueron teniendo un impacto cada vez mayor tanto entre los industriales textiles y confeccionistas como entre los usuarios de los productos finales.

La importancia de fibras sintéticas cobran importancia a partir de los inicios del decenio de 1950. entre 1952 y 1962, crece la importación de filamentos sintéticos, entre ellos el nylon que en ocasiones casi cubre la totalidad de las importaciones. Con la expansión del mercado interno de nylon, el Gobierno Federal, de común acuerdo con empresas productoras de fibras químicas, facilitó la instalación de una planta de nylon en 1957, otra en 1960 y ampliaciones en las capacidades de las mismas en 1963. en este año se redujeron las importaciones de filamentos sintéticos puesto que aumentó la oferta interna de nylon. En consecuencia las importaciones de filamentos sintéticos fueron en su mayoría de filamentos continuos de poliéster en 1963.

En 1961, empezó a adquirir importancia la importación de fibras cortas sintéticas, dentro de las cuales se destacó el poliéster. A partir de tal año, se observó un fenómeno de importaciones crecientes de fibras cortas no experimentado antes por el filamento continuo. En 1963, la expansión del mercado interno de poliéster atrajo la atención del Gobierno y de

los inversionistas privados. En el lapso de 1961 a 1964, la expansión de la fibra corta de poliéster pareció ser más dinámica que la del filamento.

En 1962 se presentaron varias solicitudes para instalar plantas productoras de *chips* y fibra de poliéster ante las autoridades gubernamentales del país. A mediados del año, el Gobierno autorizó la instalación de una planta de fibra corta y en 1964 concedió otro permiso para una segunda planta cuya producción sería de fibra corta (80%) y de filamento (20%). Según se aprecia en el texto de los acuerdos respectivos publicados en el Diario Oficial, una razón de peso en la decisión del Gobierno para otorgar tales permisos petroquímicos fue la posibilidad de sustituir las importaciones de productos que mostraban una demanda interna creciente.

Las primeras fibras de poliéster producidas en el país se obtuvieron a mediados del año 1965. de 1966 a 1971, el mercado interno creció a tasas cada vez más elevadas. En 1966 se consumieron poco más de 2 500 toneladas de poliéster y en 1971 la demanda fue de 30 000 toneladas. El desarrollo del mercado nacional del poliéster, sobre todo de filamento continuo, con ritmos de crecimiento superiores al 40% anual de 1966 a 1973, derivó en la instalación de nuevas plantas y ampliaciones en las existentes. Así, en 1970 el Gobierno mexicano autorizó el montaje de dos nuevas plantas (una de Du Pont y otra de Akzo Internacional) y ampliaciones de hasta 300% en otra planta de Du Pont ya establecida.

A partir de 1965, cuando Celanese Mexicana y Nylon de México comenzaron a producir la fibra corta. Las importaciones de filamentos de poliéster superaron a las de fibra corta. En 1966, 1967 y 1968, el volumen de importaciones de filamento fue ocho veces mayor que el de fibra corta, y en 1973 y 1974, 20 veces más (8).

Las principales empresas productoras de poliéster más importantes del país se representan en la tabla XVI.

Actualmente las empresas que producen poliéster son las siguientes:

TABLA XVI. Principales empresas nacionales que producen la fibra poliéster

TIPO DE FIBRA	EMPRESA PRODUCTORA
Poliéster Filamento Textil	Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Fibras Químicas S.A. Fibras Sintéticas S.A de C.V. Kimex, S.A. de C.V. Impetmex, S.A.
Poliéster Fibra Corta	Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Polikron S.A.
Poliéster Filamento Industrial	Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Fibras Químicas, S.A.
Poliéster A.T. y Cuerda para llanta	Arteva Specialties S. de R.L. de C.V. Fibras Químicas S.A.

FUENTE: *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana Edición 2000.*

3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL POLIÉSTER

Las fibras de poliéster se diferencia de las fibras artificiales y naturales por su origen orgánico. Las sustancias sintéticas como el poliéster son unidades químicas compuestas (polímeros) que se sintetizan a partir de unidades químicas compuestos (polímeros) que se sintetizan a partir de unidades químicas simples (monómeros). En condiciones adecuadas de calor y presión estos polímeros pueden convertirse en fluidos con forma de filamentos

pueden ser continuos (hilos) o cortados (fibras cortas) formándose madejas como las de fibra de algodón cardado. El desarrollo de los procesos de poliéster se desplazó de la repetición de *batches* (lotes) o procesos continuos permiten mayores volúmenes de producción y ahorran trabajo de supervisión, mantenimiento y operación de los equipos, así como energía (8). La tabla XVII, muestra las propiedades físicas y químicas del poliéster.

Características de Fibra de poliéster

- o Fuerte
- o Resistente a estirar y encogerse
- o Resistente a la mayoría de los químicos
- o Rápidamente el secado
- o Crespo y elástico cuando húmedo o seco
- o Resistente a las arrugas
- o Resistente a la abrasión
- o Retiene pliegues del calor aplicado
- o Fácilmente lavable

TABLA XVII. Propiedades físicas y químicas del Poliéster:

Propiedad	Valor
Resistencia a la tensión. g/denier	4.4 – 6.6
Elongación. %	18 – 22
Elasticidad	90 –100 a 4%
Resistencia, Mpa	536 – 797
Rígidez, g/denier	23 – 63
Resistencia a la abrasión	1570
Absorción de agua	0.5% a 95 RH
Efecto del calor	Punto de pegajosidad 240°C
Efecto del tiempo	Poco

Efecto del sol	Poco
Efecto de los ácidos concentrados A temperatura ambiente	Resistente
Efecto de álcalis	Resistente
Efecto de disolventes orgánicos	Resistente
Facilidad de teñido	Difícil
Resistencia a las polillas	Completamente
Resistencia al moho	Totalmente

FUENTE: Wool vs. Synthetics, Chem. Week 69 (3) 11 (1951); Man-Made Fibers, 6th ed., Wiley New York, 1975.

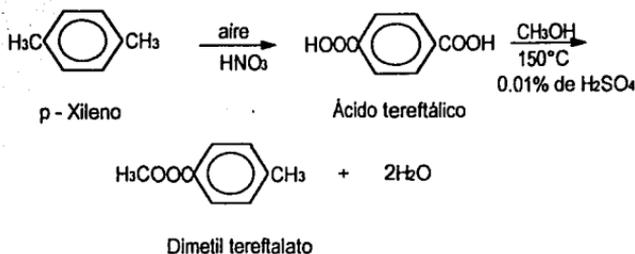
3.2.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN

En general, el proceso tecnológico para la producción de poliéster cubre dos fases: policondensación y extrusión o filamentación. En la primera fase, los componentes intermedios, ácido tereftálico (TPA) o tereftalato de dimetilo (DMT), se mezclan con la materia etilenglicol (EG), de la cual se obtiene un polímero llamado politereftalato de etilenglicol o tereftalato de poliestilenglicol. Este es un polímero en forma de gránulos llamado *chips* o *pelets*. En el proceso de filamentación se obtienen los filamentos, y sea en forma de hilos (filamento continuo) o en forma de fibras cortas. El primero termina enrollado en conos y las segundas se ordenan en pacas.

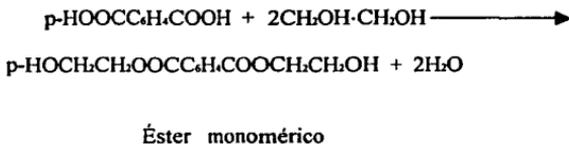
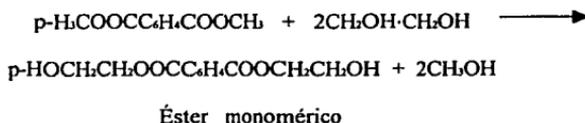
Las fibras comunes de poliéster son polímeros del éster formado de dimetil tereftalato y etilenglicol.

Productos intermedios.- El dimetil tereftalato⁶ se prepara por oxidación de p-xileno y subsecuente esterificación de alcohol metílico.

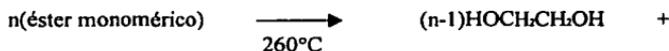
⁶ Austin, Chem. Eng. 81 (22) 114 (1974).



Polimerización y productos de fibra.- La polimerización es un proceso de dos pasos en el que se prepara primero el monómero por un intercambio estérico entre dimetil tereftalato y etilenglicol, o por esterificación directa del ácido tereftálico.



El segundo paso es la polimerización del monómero.



Polietilén tereftalato

El polímero se extruye del fondo del polimerizador a través de orificios o de una ranura a la superficie de un tambor enfriado por agua, el listón se corta en trozos. La cadena polimérica contiene aproximadamente 80 anillos bencénicos. (La figura 7, muestra el diagrama de flujo para todo el proceso.) Los filamentos se estiran pero con aplicación de calor, alcanzan de tres a seis veces su longitud original (2).

PRODUCCIÓN DE FIBRAS DE POLIÉTER FILAMENTO TEXTIL

Una vez que se ha obtenido el polímero Polietilén Tereftalato, éste se transforma en fibra sintética a través de procesos de extrusión, los cuales básicamente consisten en la inyección continua a presión de la masa de polímero fundida a través de placas con orificios llamadas espreas, en donde se forma el haz de filamentos. Los procesos de extrusión se dividen principalmente en los denominados Hilatura directa (Melt Spinning) y Gránulo e Hilatura (Chip Spinning), los cuales se describen a continuación:

Proceso de Gránulo e Hilatura

a) El proceso consiste en extruir, solidificar y cortar la masa de polímero poliéster para formar chips o gránulos de polímero sólido con un alto contenido de humedad. Posteriormente el polímero granulado es llevado a secadores en los cuales es . cristalizado; una vez seco, el gránulo es llevado a una nueva etapa donde los gránulos se funden mediante un nuevo proceso de extrusión.

b) Posteriormente, la masa de polímero fundido se bombea a través de espreas donde se forma el haz de filamentos que constituyen el hilo base, el cual se distingue utilizando la nomenclatura de decitex. El hilo formado se enfría para solidificarlo, utilizando para tal fin un flujo de aire en sentido transversal a la trayectoria del hilo; una vez solidificado se le

aplica aceite para lubricarlo, lo que facilitan su manejo en procesos posteriores, y mediante el embobinado se enrolla en paquetes de cartón.

c) En función de la velocidad de embobinado empleada y del estiramiento se forman los hilos conocidos como POY (Pre Oriented Yarn), HOY (Highly Oriented Yarns), FOY (Full Oriented Yarns) o FDY (Full Drawn Yarns). Estos productos pueden ser empacados para su venta para que un tercero les proporcione el acabado, o bien, ser llevados a procesos de acabado con el fin de producir hilos rígidos y texturizados.

Hilatura directa

a) Mediante el proceso de hilatura directa, la masa de polímero procedente del proceso de policondensación continuo, sin haber pasado por los procesos de solidificación, formación de gránulo y re-extrusión, se bombea a través de espreas donde se forma el haz de filamentos que constituyen el hilo base; el procesamiento posterior a la hilatura es similar al descrito en el proceso denominado Gránulo e Hilatura.

PRODUCCIÓN DE POLIÉSTER FILAMENTO TEXTIL TEXTURIZADO

Los hilos de poliéster texturizado se producen a partir del hilo poliéster parcialmente orientado (POY), el cual es sometido a un proceso de voluminizado que se puede efectuar en las formas que se indican a continuación:

Texturizado por falso torcido

El proceso comercial de producción de hilos texturizados denominado texturizado por falso torcido es el más utilizado a nivel mundial, en particular en los países investigados y

PRODUCCIÓN DE POLIÉSTER

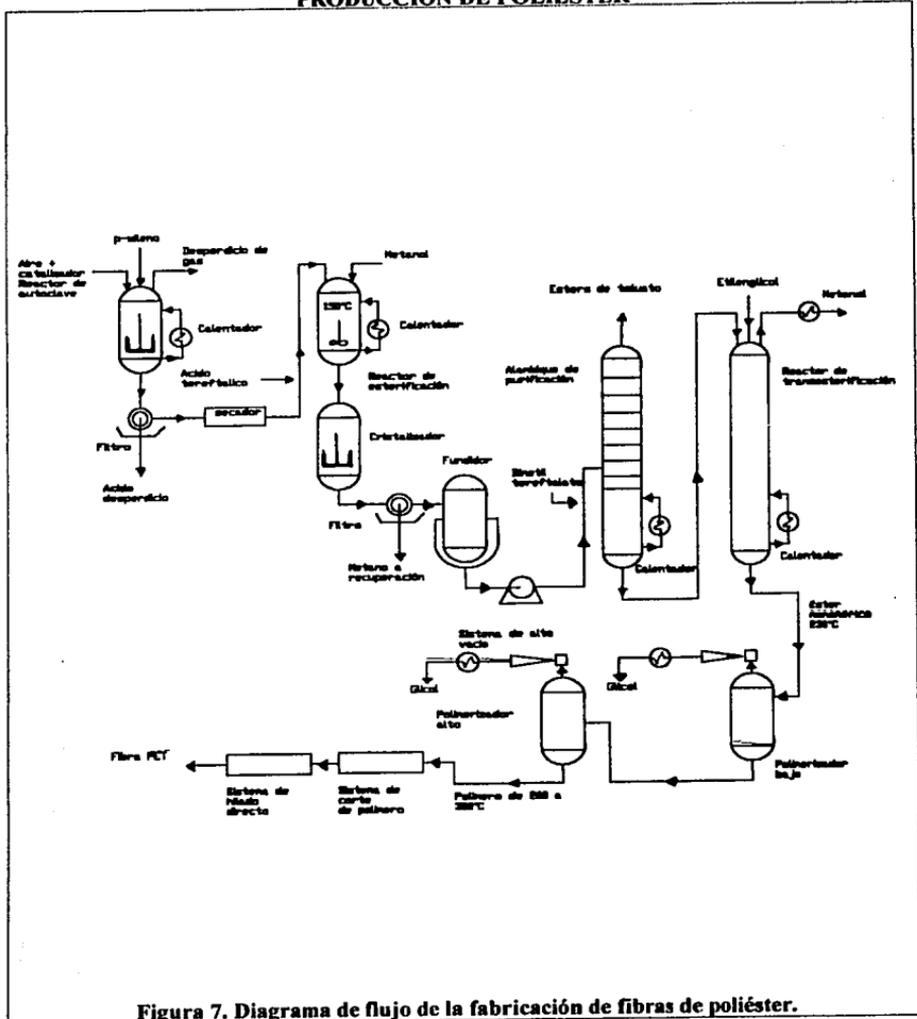


Figura 7. Diagrama de flujo de la fabricación de fibras de poliéster.

Austin, Chem. Eng. 81 (22) 114 (1974)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

en el mercado nacional, y se lleva a cabo en la siguiente forma: el hilo POY se alimenta a máquinas texturizadoras, en donde con placas a altas temperaturas el hilo es estirado por diferencia de velocidades y al mismo tiempo es sometido al proceso de falso torcido al pasar tangencialmente a través de unidades provistas de discos de fricción; finalmente, el efecto de falso torcido (texturizado) es fijado mediante tratamiento térmico por medio de cajas de calentamiento para fijar.

Texturizado por aire

Este procedimiento de texturizado se lleva a cabo en dos etapas: en la primera, el hilo POY se alimenta a máquinas texturizadoras, en donde con placas a altas temperaturas es estirado por diferencia de velocidades y, en la segunda etapa, en otro equipo, el hilo estirado es sometido a un flujo de aire a alta presión en sentido transversal al haz de filamentos; dicho flujo de aire produce, además de darle cohesión al mismo y/o aplicar aceite para facilitar los procesos textiles posteriores, cierta torsión en los filamentos, la cual se fija al hilo a través de un tratamiento térmico que le permite conservar cierta "memoria" de la torsión a la que fue sometido y le produce un grado de voluminizado tipo estambre, característica distintiva de los hilos texturizados.

3.2.4. DATOS DE PRODUCCIÓN

PRODUCCIÓN MUNDIAL

El volumen de la producción de las fibras sintéticas aumentó de 1 922 000 toneladas en 1951 a 25 115 000 toneladas en 1998, con una tasa media de crecimiento anual del 5,75 por ciento.

En 1960 la producción de poliéster fue de 123 000 toneladas, y en 1998 esa cantidad ha sido 130 veces mayor, con una producción de 16 048 000 toneladas. No obstante, durante el mismo período la producción de fibras químicas fue 7,6 veces mayor.

Respecto de todos los productos de fibras químicas, el PET ocupa el primer lugar a nivel mundial, y la parte que corresponde a su producción es del 64 por ciento, en segundo lugar está el nylon, con el 16 por ciento, y en tercer lugar las fibras acrílicas, con un porcentaje del 11 por ciento. Alrededor del 9 por ciento de la producción total corresponde a otros tipos de fibras químicas.

China es el mayor productor de fibras sintéticas del mundo, seguida por los Estados Unidos, Taiwan (China), Corea del Sur y el Japón. La producción de los demás países representa el 31 por ciento de la producción total⁶.

DATOS DE PRODUCCION NACIONAL

La producción total de fibras sintéticas en el país es de 607,669 tons, según datos del anuario de la Industria Química del 2000, de toda esta producción el 59.12 por ciento corresponde a la producción de fibras de poliéster con 359,595 tons (Ver tabla XVIII).

**TABLA XVIII. Total de fibras poliéster (México)
resumen 1999
(Toneladas)**

<i>Clase de Fibra</i>	<i>Producción</i>	<i>Importación</i>	<i>Exportación</i>	<i>Consumo Nacional</i>	<i>Capacidad Instalada</i>	<i>Relación CNA/CI</i>
POLIÉSTER FILAMENTO TEXTIL	128,066	32,900	35,916	125,050	162,346	77.03
POLIÉSTER FIBRA CORTA	202,339	33,815	75,457	160,697	237,500	67.66
TOTAL POLIÉSTER TEXTIL	330,405	66,715	111,373	285,747	399,846	71.46
POLIÉSTER FILAMENTO INDUSTRIAL	29,190	561	14,923	14,828	23,600	62.83
TOTAL FIBRAS DE POLIÉSTER	359,595	67,276	126,296	300,575	423,446	70.98

FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana Edición 2000.

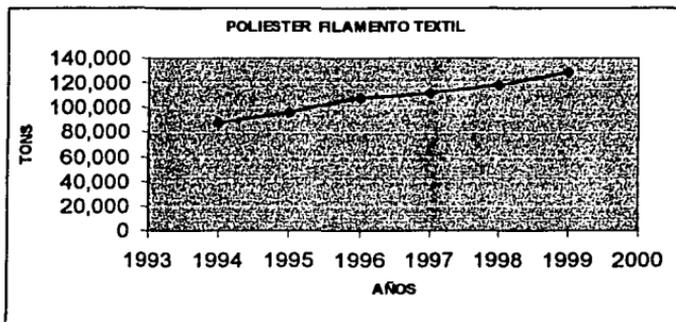
⁶ FAO Convención Mundial de Fibras en China 1999.

La producción de fibras poliéster esta repartida entre tres tipos de fibras principalmente las cuales ya han sido mencionadas en la tabla XVIII, pero que en su mayoría siempre han tenido un aumento gradual en su producción en los últimos cinco años, como lo presenta las tablas XIX a XXI.

TABLA. XIX. Producción de poliéster filamento textil

TONELADAS	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PRODUCCIÓN	88 025	95 718	107 463	111 351	117 546	128 066
IMPORTACIÓN	3 474	2 637	7 865	21 158	23 931	32 900
EXPORTACIÓN	22 056	33 393	36 871	32 474	28 177	35 916
C. APARENTE	69 443	64 962	78 457	100 035	113 300	125 050
INCTO. C.A.%	5.0	-6.5	20.8	27.5	13.3	10.4
C. INSTALADA	107 000	112 060	107 600	124 400	138 130	138 130

FUENTE: ANIQ Investigación directa
SECOFL Estadística de Importación, revisada desde 1994.



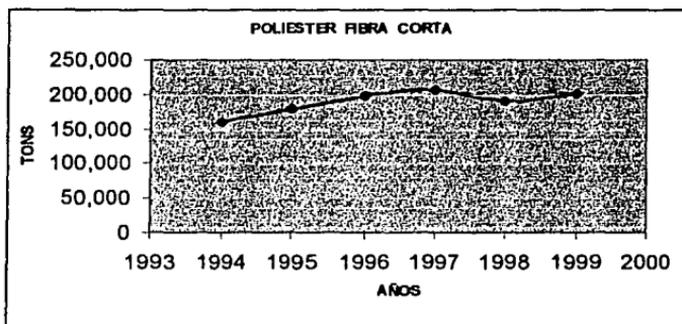
FUENTE: ANIQ Investigación directa
SECOFL. Estadística de Importación, revisada desde 1994.

Fig. 8. Comportamiento de producción de poliéster filamento textil desde 1994 a 1999.

TABLA XX. Producción de poliéster fibra corta

TONELADAS	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PRODUCCIÓN	160 296	178 210	197 786	207 431	191 062	202 339
IMPORTACIÓN	10 429	1 992	13 884	22 997	33 808	33 815
EXPORTACIÓN	56 365	80 509	79 166	79 023	66 854	75 456
C. APARENTE	114 360	99 693	132 504	151 405	158 011	160 648
INTO. C.A. %	19.4	-12.8	32.9	14.3	4.4	1.7
C. INSTALADA	178 000	186 000	214 800	211 400	212 400	212 400

FUENTE: ANIQ Investigación directa
SECOFI. Estadística de Importación, revisada desde 1994.



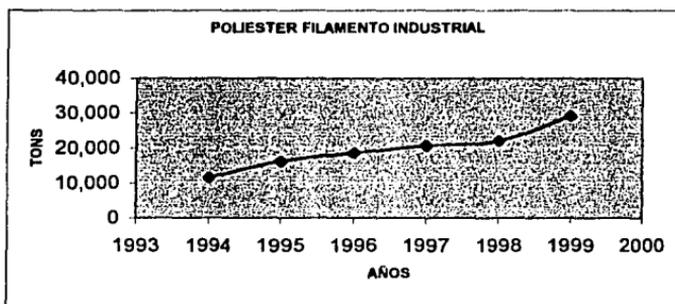
FUENTE: ANIQ Investigación directa
SECOFI. Estadística de Importación, revisada desde 1994.

Fig. 9. Comportamiento de producción de poliéster fibra corta desde 1994 a 1999

TABLA XXI. Producción de poliéster filamento industrial

TONELADAS	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PRODUCCIÓN	11 492	16 118	18 608	20 629	22 140	29 190
IMPORTACIÓN	1 217	993	1 265	2 148	1 541	561
EXPORTACIÓN	5 820	9 497	9 025	10 358	10 108	14 923
C. APARENTE	6 889	7 614	10 848	12 419	13 573	14 828
INTO. C.A. %	4.5	10.5	42.5	14.5	9.3	9.2
C. INSTALADA	11 000	19 000	19 400	19 890	24 820	24 890

FUENTE: ANIQ Investigación directa
SECOFI. Estadística de Importación, revisada desde 1994.



FUENTE: ANIQ Investigación directa
SECOFL Estadística de Importación, revisada desde 1994.

Fig. 10. Comportamiento de la producción de poliéster filamento industrial desde 1994 a 1999.

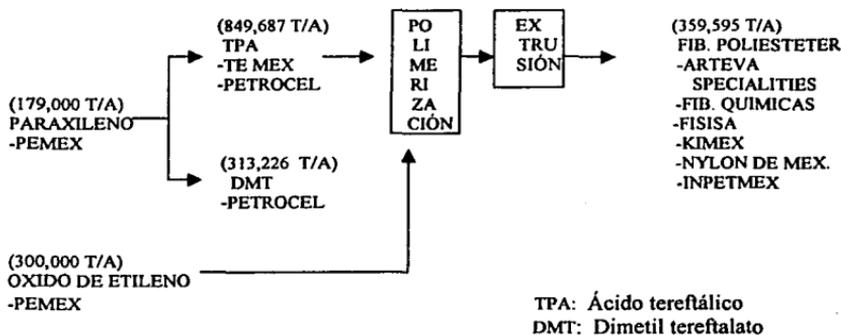
LA INTEGRACIÓN DE LA PETROQUÍMICA CON LA INDUSTRIA TEXTIL NACIONAL

México, uno de los principales productores de petróleo, ocupa mundialmente el octavo lugar en reservas probadas de petróleo y el duodécimo en reservas de gas natural. Se encuentra en una región que se caracteriza por su alta demanda de petróleo y sus derivados. Los diversos tratados comerciales realizados con diferentes economías brindan a la industria oportunidades de exportación que pocos países tienen.

En México, la Industria Química está integrada por más de 350 empresas que operan más de 400 plantas productivas, ubicadas principalmente en los estados de Veracruz, Edo de México, Distrito Federal, Nuevo León y Tamaulipas.

La Industria Petroquímica privada, así como la Industria Química extranjera establecida en México, están íntimamente vinculadas con PEMEX (Petróleos Mexicanos) como proveedoras de insumos y como clientes para sus productos. Una de ellas es la industria

textil de fibras sintéticas⁷. En la fig. 11 se muestra como esta ligada la petroquímica nacional con la industria del poliéster en particular.



FUENTE: *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana Edición 2000.*

Fig. 11. Integración de la industria textil de la fibra de poliéster con la petroquímica de PEMEX.

3.2.5. USOS

En general de acuerdo a las propiedades de la fibra de poliéster, es particularmente adecuada para combinar con algodón y lana dando buena apariencia en telas tejidas, como en trajes ligeros para hombre, camisas de hombre y vestidos y blusas para mujer, y se emplea sola en telas de punto y algunas telas tejidas. Por su resistencia, es importante para cuerdas de neumáticos y cordeles; también se utiliza para hilos de coser, mangueras contra incendio y bandas en V. No es recomendable para medias de mujer porque su módulo de elasticidad es demasiado alto, por ello no se recupera rápidamente después del estiramiento. Como fibra corta se usa para el relleno de almohadas y bolsas de dormir (2). En la tabla

⁷ ANIQ, datos de la petroquímica nacional (2001).

XXII se muestran los usos que se les dan a las diferentes tipos de poliéster, de acuerdo a los datos de la Asociación Nacional de la Industria Química.

TABLA XXII. Usos principales de las fibras de poliéster.

TIPO DE FIBRA	USOS
Poliéster Filamento Textil	Principal uso: tela pantalonera, camisas y sábanas.
Poliéster Fibra Corta	El poliéster de fibra corta es la fibra de elección para mezclar tanto con fibras naturales (algodón y lana), como artificiales y sintéticas para la fabricación de pantalones, trajes, alfombras, tapetes y prendas de vestir.
Poliéster Filamento Industrial	Dentro de sus principales usos, se encuentran: cuerdas para llantas y bandas, lonas, plastizadas, filtros, cinturones de seguridad, hilos, etc.

FUENTE: Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana Edición 2000.

3.2.6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a todos los datos anteriores de producción, sabemos que el Poliéster es la fibra sintética de mayor importancia a nivel mundial ocupando el 64% de la producción mundial de las fibras sintéticas.

En la industria textil de las fibras sintéticas nacionales el poliéster ocupa el primer lugar con una producción total de 359 595 tons en 1999, de las cuales el poliéster fibra corta tiene una producción de 202 339 tons. Manteniendo una producción estable en los últimos 3 años. Desde 1994 la producción aumento en una cantidad considerable de 160 296 tons/año a 202 339 tons/año en 1999. Se prevé que siga manteniéndose en esas cifras, ya que la

materia prima para producir el poliéster, están unidos a la petroquímica de PEMEX y siendo las materias primas el paraxileno así como el óxido de etileno, y de acuerdo a la petroquímica de PEMEX entre los proyectos de crecimiento destacan nueve que se refieren a los principales productos petroquímicos que se consumen en el país, las expansiones se planean sobre la producción del cloruro de vinilo, polietileno de alta y baja densidad, óxido de etileno, etileno y estireno. Sin embargo también se darán crecimiento en el paraxileno, polipropileno, propileno y metanol (Gabriela Amador, El Economista 1996); que podrían dar un empuje mas a la producción del poliéster nacional pensando a futuro.

Aparte que el la producción de este tipo de fibra siempre se encuentra estable con respecto a el volumen de acuerdo a los datos estadísticos de SECOFI del 2000, mostrados en las tablas de la XIX a la XXI, de esta sección

ANÁLISIS

La fibras artificiales y sintéticas han tomado gran importancia en la industria textil mexicana este se ve claro en el aumento de producción en volumen cada año según graficas mostradas de SECOFI (1999), siendo la mas importante la fibra de poliéster que vino a multiplicar las posibilidades de producción para la industria textil. Esta fibra vino a dar competencia a el algodón a lo que se refiere a mercado y usos. Ya que en muchos de los usos que tenia anteriormente el algodón fue desplazado por el poliéster o alguna otra fibra sintética que diera un mayor rendimiento por sus propiedades.

CONCLUSIONES

La fabricación de fibras sintéticas, así como los materiales plásticos desde hace ya algunos años han estado en competencia fuertemente con las fibras naturales, en especial el algodón que es la planta textil más importante en el mundo con 19 millones de toneladas de producción. Entrando en competencia principalmente con la fibra de poliéster que ocupa el primer lugar con un 64% de la producción mundial de fibras sintéticas con 16 048 000 toneladas, teniendo siempre un aumento en volumen junto con todas las demás fibras sintéticas.

De tal forma podemos hacer una comparación entre las ventajas que tienen entre si estas dos tipos de fibras, el algodón y el poliéster:

PRODUCCIÓN: La limitada disponibilidad de tierras de cultivo impide la producción de fibras naturales en gran escala, dando como resultado una producción de algodón que no cambia. Por ejemplo entre los años de 1951 y 1997 las tasas de crecimiento de el algodón fue 2.3 veces mayor, paso de 8 390 000 tons a 19 453 000 tons. Siendo en los últimos años esta última aproximadamente la misma producción mundial.

En 1960 la producción de poliéster fue 123 000 toneladas y en 1998 a esta cantidad ha sido 130 veces mayor, con una producción de 16 048 000 tons a nivel mundial.

PROPIEDADES: Las cualidades del poliéster le han permitido competir con el algodón. Si bien el algodón tiene cualidades de transpiración y tacto agradable, el poliéster presenta otras virtudes de gran impacto entre los industriales textiles y de confección. El poliéster presenta la ventaja técnica de que es una fibra limpia, uniforme, que no requiere las máquinas textiles de preparación usadas en el manejo del algodón y permite evitar pérdidas de desperdicios en el proceso del hilado de las fibra corta. También tiene propiedades de fortaleza y durabilidad, superando estas cualidades a el algodón.

PROCESOS DE PRODUCCIÓN: La fibra de poliéster puede fabricarse bajo programación, sin depender de factores externos como el clima y agentes destructores, ya sea plagas y enfermedades. Muchos insectos como el gorgojo del algodón, que si ataca al comienzo de la etapa de crecimiento, puede destruir hasta el 70% de la cosecha, aparte de muchos químicos peligrosos usados para eliminar plagas.

ASPECTOS ECONOMICOS: El precio del algodón es menor que el poliéster (ver tabla XIV). Según las previsiones, los precios mundiales del algodón se continua fortaleciéndose, sostenidos por el aumento de los precios del petróleo, puesto que redundan en el aumento de los precios de las fibras sintéticas.

ASPECTOS DE MERCADO: El mercado del algodón es muy grande y parece crecer lo que no es lo mismo con la producción de este, aunque en algunos países aumentaron las zonas de cultivo, siempre ha sido insuficiente para satisfacer el mercado mundial, y de cierta forma las fibras sintéticas cubren el mercado que no cubre el algodón.

USOS: Si hablamos en general de las fibras de poliéster, estas tienen una amplia variedad de usos que va desde materiales plásticos como recubrimientos, cuerda para llantas, etc., hasta fibras que pueden sustituir en dado caso a el algodón y otros tipos de fibras naturales. Aunque el algodón sigue siendo una de las fibras muy preferidas para la fabricación de algunos tipos de prendas de vestir por las propiedades que le conocemos de transpiración y tacto agradable que a muchas personas les gusta.

Con lo que respecta a el desarrollo en la industria textil nacional. De cierta forma la industria textil del algodón es muy inestable en cuanto a su producción, de acuerdo a los datos mencionados anteriormente, y esto hace que aumente el volumen de importación para satisfacer su mercado interno nacional. México debería importar 500 000 toneladas en el periodo de 2000/01, el doble del promedio alcanzado en 1995/97, ya que sus exportaciones de textiles a los Estados Unidos están aumentando de forma pronunciada desde la entrada en vigor del TLC.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) A.N.I.Q.: **Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana**, Edición 2000
- (2) Austin, T. George: **Manual de Procesos Químicos en la Industria**.
Ed. Magraw- Hill, 5ta. Edición
- (3) Boon, Gerard Karel: **El Mercado de Tecnología con Referencia a Fibras Sintéticas, Telas y Ropa**, Ed. Colegio de México, México 1984.
- (4) Hollen, Norma: **Manual de Textiles, Ciencia y Tecnología**, México 1990.
- (5) Isard, Walter: **Estudio Regional de Complejos Industriales: Refinación de Petróleo, Petroquímica, Fibras Sintéticas**, Ed. Limusa , México 1966.
- (6) Kirk-Othmer: **Enciclopedia de Tecnología Química**, Ed. Hispano-Americana, Vol. 8 México, 1962.
- (7) Keremitsis, Dawn: **La Industria Textil Mexicana en el Siglo XIX**, México, S.E.P. 1973.
- (8) Mercado, Garcia Alfonso: **Estructura y Dinamismo del Mercado de Tecnología Industrial en México: los Casos del Poliéster, los Productos Textiles y el Vestido**, Ed. Colegio de México, México D.F. 1984.
- (9) Robles, Sánchez Raúl: **Producción de Oleaginosas y Textiles**, Ed. Limusa, México 1980.
- (10) Rodríguez, Garcia-Lorda: **El Algodón** , Ediciones Mundi-Presa, Castello 37 Madrid 1991.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

(11) Sánchez, Potes Alberto: **Cultivo de Fibras**, Ed. Trillas, México 1982,

DIRECCIONES DE INTERNET CONSULTADAS:

- (12) www.agritotal.com/seccion/produccion/vegeta/algodon (Producción de algodón)
- (13) www.anig.org.mx (Datos estadísticos de producción nacional)
- (14) www.cirfs.org. (Datos generales de fibras sintéticas)
- (15) www.cottonic.com/textil/worldmap (Propiedades del algodón y datos de producción)
- (16) [HTTP://DGCNESYP.INEGI.GOB.MX/BIE.HTML-SS1](http://DGCNESYP.INEGI.GOB.MX/BIE.HTML-SS1) (Datos de producción de fibras sintéticas)
- (17) www.fao.org (Convención sobre fibras en China)
- (18) www.fibersource.com (Datos generales de fibras sintéticas)
- (19) www.iltex.net/spanyol/materies-sp.htm (Empresa importante de México en producción del algodón)
- (20) www.sagarpa.gob.mx/index2.htm (Datos de producción nacional de oleaginosas)
- (21) www.akra.com (Fibras Químicas, S. A., Nylon de México, S.A., Polykron, S.A. de C.V.)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**