



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**“IDENTIFICACION FISICO QUIMICA DE FIBRAS  
TEXTILES DESDE EL PUNTO DE VISTA QUIMICO  
LEGAL”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

**PRESENTA:  
DANIEL JAVIER VÁZQUEZ PALMA**



**MÉXICO, D.F.**

**2004**



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.

*Jurado Asignado*

*Presidente*    *PROF:*    *DOMINGUEZ CAMACHO CESAR*  
*Vocal*        *PROF:*    *PALACIOS ALQUISIRA JOAQUIN*  
*Secretario*   *PROF:*    *FUENTES NORJEGA INES*  
*Suplente 1*   *PROF:*    *RAMIREZ LOPEZ ELENA GUADALUPE*  
*Suplente 2*   *PROF:*    *MAYET CRUZ MARIA DE LOURDES*

*Sitio donde se desarrollo el tema:*

*Laboratorio 1-F, DE LA Facultad De Química de la  
Universidad Nacional Autonoma de México*

*Asesor*



\_\_\_\_\_  
*QFB. Cesar Dominguez Camacho.*

*Sustentante*



\_\_\_\_\_  
*Daniel Javier Vazquez Palma.*

CON INMENSA GRATITUD A MI QUERIDISIMA UNIVERSIDAD, PILAR DE NUESTRA NACION Y DE NUESTRA SOCIEDAD, POR IMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS Y POR FORJAR HOMBRES DE BIEN, Y DESEOSOS DE SUPERACION Y ENTREGA.

A LA FACULTAD DE QUIMICA, POR QUE SIN ESTA NO HUBIERA SIDO POSIBLE APRENDER Y OBTENER TANTOS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS POR MI ASIMILADAS.

AL GRAN EQUIPO DE PROFESORES QUE NOS HAN VERTIDO SUS CONOCIMIENTOS, Y QUE NOS HAN HECHO , SENTIR EL ENORME COMPROMISO QUE TENEMOS CON NUESTRA SOCIEDAD, NUESTRA NACION, Y NUESTRA UNIVERSIDAD.

AL PROFESOR CESAR DOMINGUEZ CAMACHO, POR TODO SU APOYO Y SU PACIENCIA PARA CONMIGO. GRACIAS PROFESOR. ES USTED UN EJEMPLO, PARA TODOS SUS ALUMNOS. Y LA SOCIEDAD. POR SU HONRADES Y ESMERO.

A MIS SINODALES, POR SU NO MENOS VALIOSA AYUDA PARA LA REVISIÓN Y APOYO DE MI TRABAJO. ADEMAS DE SUS MUY UTILES CONSEJOS. GRACIAS

A MI PADRE: GRAN HOMBRE. POR EL ENORME ORGULLO QUE LE CAUSARIA VERME. GRACIAS A EL HE LOGRADO ALGUNOS DE SUS SUEÑOS Y ANHELOS. QUE EN DONDE QUIERA QUE ESTES NO TE OLVIDO. Y POR SIEMPRE ESTARAS EN MI ALMA, EN MI PENSAMIENTO Y EN MI CORAZON.+

A TI QUERIDA MADRE: MUJER TENAS. POR TODO TU AMOR, CARIÑO, DESVELOS, APOYO. ADEMAS DE TUS CONSEJOS Y RESPALDO, GRACIAS MAMA.

A MIS HERMANOS:

PERLA Y ALEJANDRO. POR TODOS LOS BUENOS MOMENTOS QUE HEMOS PASADO.

A MIS HIJAS:

GRACIAS LES DOY A DIOS POR TENERLAS. LES DEDICO ESTE TRABAJO CON TODO MI AMOR.

A MI QUERIDA ESPOSA ROCIO:

A PESAR DE TODO LO HEMOS LOGRADO, GRACIAS POR TODO TU APOYO Y TU GRAN AYUDA, ADEMAS DEL INMENSO AMOR QUE SIEMPRE ME HAS DADO.

A MIS PRIMOS :

VICTOR MANUEL Y J. TRINIDAD, POR SER MIS GRANDES AMIGOS Y MIS MAS GRANDES CONSEJEROS, ADEMAS DE IMPULSARME A SEGUIR SIEMPRE ADELANTE.

Objetivos	1
Introducción	2
Capitulo 1	
Generalidades	5
Definición	7
1. Fibras Naturales	10
1.1. Fibras Naturales de Origen Vegetal	10
1.2. Fibras Naturales de Origen Animal	11
1.3. Fibras Naturales de Origen mineral	12
2. Fibras Naturales Modificadas	12
2.1. Fibras Celulósicas	12
2.2. Fibras Proteicas ó Albuminoides	12
2.3. Fibras Proteico- Celulósicas	12
2.4. Fibras Algínicas	12
3. Fibras Sintéticas	13
Metodología y Procedimientos	
2.1. Recolección, Conservación y Preparación de la Muestra	64
2.2. Métodos de Estudio	65
2.2.1. Exámenes Microscópicos	66
2.2.2. Determinación del Punto de la Densidad Específica	68
2.2.3. Prueba de Solubilidad en Solventes	69

2.2.4. Determinación del Punto de Fusión	76
2.2.5. Pruebas de Coloración	71
2.2.6. Índice de Refracción	72
2.2.7 Prueba del Quemado (pirolisis)	73
2.2.8. Espectrofotometría en el Infrarrojo	74
2.2.9 Cromatografía Gas Líquido	75
Capítulo 3	
Resultados	77
3.1. Resultados de las Diferentes Pruebas Realizadas	77
3.2. Resultados de las Observaciones Microscópicas	86
Capítulo 4	
Conclusiones	109
Bibliografía	111

## **OBJETIVOS**

El objetivo primordial o principal de éste trabajo es el de llegar a establecer métodos físicos y químicos, para el estudio Criminalístico y QUÍMICO FORENSE de fibras textiles, para el esclarecimiento de delitos o infracciones a la ley, tales como homicidios, robos, asaltos, violaciones y/o cualquier otro tipo de agresión.

Que además sea accesible a cualquier Laboratorio Criminalístico, tratando de evitar que los métodos empleados sean caros o costosos, ya que, limitaría el uso de estos, por que la situación económica en muchas ocasiones no permite, hacer un gasto elevado para la adquisición de equipo de laboratorio.

Otro objetivo es el de mostrar la necesidad de contar con un archivo de fibras en cada laboratorio de QUÍMICA FORENSE, para tener la facilidad de comparar las fibras pertenecientes a este, con la evidencia encontrada en el lugar de los hechos.

Este archivo deberá contar con las fibras de todos los materiales posibles, así como con: fotografías, transparencias, microscópicas y microscópicas para observar todos los detalles estructurales, y las técnicas de análisis más comunes para identificar cada tipo de fibra. Se deberá solicitar en forma oficial al fabricante muestras de la fibra o fibras que produzca, además de toda la información necesaria

Para su estudio , de esta manera se tendrá un archivo lo más rico y actualizado posible. El personal del laboratorio podrá colaborar adquiriendo por su cuenta, muestras de telas sintéticas, naturales y artificiales, con personas que se dedican al comercio de ellas.

También se pondrán aplicar los análisis para evitar o descubrir fraudes de tipo comercial, como sería la falsificación de telas, prendas de vestir fabricadas con ellas.

## INTRODUCCION

El estudio de fibras constituye una de las partes más importantes de la química forense por la elevada frecuencia con que estos elementos se encuentran como indicios de la perpetración de un hecho delictuoso, así como por el cúmulo y variedad de datos que se puede obtener de su examen

Las fibras pueden encontrarse en diversos lugares u objetos tales como: puertas, ventanas, sillones, camas, sábanas, enseres de baño y ropa, entre otros; además de vehículos, herramientas, sogas, cuchillos, machetes armas de fuego, proyectiles, martillos, desarmadores etc. así como, la ropa se él ó de los sospechosos y de la ó de las víctimas también se encuentran adheridas a las manos del cadáver por la sangre u otros líquidos orgánicos ó inorgánicos.

La relación entre el objeto o personal depositarios del elemento y el objeto o personas de la cual provienen, es importantísima, ya que éstos constituyen un valioso índice asociativo, esto gracias a que la transferencia de estos elementos solo se efectúa a través de un íntimo contacto o de un contacto violento.

## **BÚSQUEDA EN EL LUGAR DE LOS HECHOS**

Si se quiere reconstruir con cierta seguridad un hecho delictuoso, e identificar al infractor, es necesario en primer lugar, preservar y conservar el lugar de los hechos, precepto fundamental en la investigación científica de los mismos.

La búsqueda de las fibras y de otros indicios en el lugar de los hechos, se deberá buscar en las manos y ropas del cadáver, las armas, la ropa de la cama, toallas y lugares destinados a la higiene, sobre las manchas, los sitios de acceso y de salida, así como, en los objetos extraños al lugar que se está estudiando, son algunos de los elementos que primero deben ser examinados con la ayuda de una lupa.

Las ropas encontradas en el lugar de los hechos, como son las del cadáver, o lesionados, deben ser perfectamente localizados, separados, marcados y almacenados, para evitar que se pierdan los elementos de estudio; también es mucho muy importante evitar que la ropa de las víctimas y de él o de los sospechosos no entren en contacto para evitar confusiones.

Esta búsqueda debe ser minuciosa, ordenada y completa de otra manera, fácilmente pasarían desapercibidos en función de su escasa magnitud, a pesar de que constituyan uno de los indicios más comunes.

Una vez localizada una fibra se procede a su fijación mediante la descripción exacta. Para su recolección será necesario contar con unas pinzas cubiertas con un tubo de hule cuando el elemento encontrado sea pequeño, en poca cantidad o cuando sea lo suficiente grande.

En caso de que se tenga algún sospechoso, es recomendable que se haga desvestirse sobre grandes hojas de papel, con el fin de recoger el mayor número posible de indicios.

Para un traslado al laboratorio de QUÍMICA FORENSE es necesario que los indicios sean transportados en contenedores adecuados, estos deben estar perfectamente limpios, para evitar que se transmitan elementos no propios de la muestra. Entre estos tenemos; bolsas de plástico, de celofán, en ocasiones recipientes de vidrio, y hojas de papel adecuadamente dobladas. Tomando en cuenta que al tener las muestras dentro, será necesario que se sellen para evitar su pérdida o su sustitución. Estos contenedores deberán ser perfectamente marcados y con número de investigación, lugar, fecha y hora de recolección, nombre y firma del investigador, descripción de la muestra, y detalles relativos a la naturaleza del hecho, así como, la exacta localización de donde se recogió, cada una deberá tener solo una muestra, para evitar configuraciones y errores.

A los cadáveres se les colocaran bolsas de plástico en las manos hasta la altura de las muñecas, para evitar pérdidas de indicios que se encuentren depositados en las uñas y sobre las manos.

Una vez que el cadáver se encuentre en el anfiteatro de la Agencia del M.P. correspondiente, se procederá con los utensilios adecuados a recoger los indicios que se encuentren en las manos.

Es indispensable llevar un control del sitio donde se encontró el cadáver. Saber quien lo ha movido, a que pruebas ha sido sometida la ropa, o bien los indicios encontrados en el lugar de los hechos. (Esto se puede lograr por la entrega de una ficha. A cada persona para que anote la forma en que la maneje, los análisis que se realicen etc.)

Es obligatorio contar con muestras de fibras testigos para poder confirmar, la naturaleza, composición., etc. de las fibras problemas, ya que, inicialmente lo que se realiza son los análisis en forma individual y posteriormente en forma comparativa.

Se recomienda tomar muestras testigos de todos los orígenes posibles: de la ropa de la víctima, de los sospechosos, alfombras, cortinas, tapiz de muebles, ropa de cama, toallas, respaldos de automóviles, asientos de estos, vestiduras, cajuelas etc. mismas que deben ser representativas. Se procurara disponer de las muestras abundantes. (6,9,15,17,18,19,25,28,)

## GENERALIDADES

### a) Definición.-

Con el nombre genérico de “fibras” se conocen los filamentos que componen los tejidos orgánicos vegetales y animales (por extensión y similitud en algunos minerales) y pueden definirse como una serie de unidades elementales de materia, alargadas, cuya longitud es como mínimo cien veces superior a su diámetro y cuya estructura molecular se orienta en sentido longitudinal.

## USOS Y EVOLUCIÓN DE LAS FIBRAS TEXTILES

El conocimiento y el uso de las fibras textiles se confunden en la antigüedad más remota, cuando el hombre se dio cuenta de que algunos pelos de animales podían ser unidos entre sí por medio de una torsión y juntándose llegaban a formar “hilos” y con ellos se podían construir vestidos y abrigos más cómodos y flexibles que las pieles curtidas o sin curtir, elementos con los cuales cubrían los cuerpos de la humanidad primitiva.

Se sigue investigando, si la primera materia textil empleada por el hombre fue de origen animal (pelos), o de origen vegetal (lino o algodón), pero la mayoría se inclina hacia los pelos, ya que estos se obtienen solo y simplemente arrancándolos de los animales, o simplemente recogiendo los que caigan de su cuerpo, el uso de las fibras de origen vegetal exigía la existencia de una cultura más avanzada.

Lo que si parece indiscutible, por los descubrimientos arqueológicos llevados a cabo entre las culturas más antiguas, es que las primeras fibras empleadas como textiles fueron lana de oveja o de camello y el lino o algodón.

Inicialmente es muy posible que las fibras textiles fuesen usadas únicamente como vestidos, pero luego su uso se fue extendiendo a campos muy diversos y se destinaron al ornato de la habitación, a la construcción de tiendas y verdaderas casas, juntándolas a otros elementos a usos industriales cada día más amplios y actualmente puede decirse que no hay ningún campo de actividad humana donde en una u otra no se emplean materias textiles.

En términos generales el uso de las fibras textiles tienen lugar mediante la unión de varios de ellos de manera ininterrumpida, longitudinalmente, unos con otros, juntando el centro y los extremos por medio de la torsión, formándose “hilos” de longitud ilimitada, los cuales, entrelazándolos, dan origen a los “tejidos”. También mediante la comprensión o por métodos químicos se obtienen productos, que por los medios habituales de hilado y tejido no se podrían obtener. (10, 15,26).

Fibras ----->hilos -----> tejidos textiles

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS ESENCIALES Y COMUNES A TODAS LAS FIBRAS TEXTILES.

Una fibra para ser utilizada como textil debe reunir varias condiciones estructurales y una serie de características particulares, sin las cuales no es apta ser usada como materia textil.

Entre las condiciones esenciales, indicaremos como principal, la de poderse unir a otros mediante procesos de torsión, comprensión, entrelazamiento y otros en formas diversas para constituir un cuerpo sólido o más o menos uniforme, en forma de hilos, tejidos o masas compactas. (1, 10, 15,26)

Entre las características comunes en mayor o menor grado a todas las fibras textiles se tienen:

- Textura
- Longitud
- Diámetro o finura
- Forma o sección
- Carácter
- Rizado o torcido
- Color y brillo
- Densidad o peso específico
- Resistencia
- Tenacidad
- Alargamiento
- Elasticidad
- Rigidez
- Flexibilidad
- Plasticidad
- Absorción de humedad
- Conductibilidad de calor
- Conductibilidad de la electricidad

Donde se define a: (28).

**Textura:**

La apariencia de la superficie a la vista y al contacto de un material textil.

**Longitud :**

Es la distancia de la fibra de principio a fin, sin tensión, y libre de arrugas y dobleces. Y es expresada en mm o in.

**Diámetro o finura:**

Es la circunferencia de la fibra, y también esta dada en mm, o in.

**Forma o sección :**

Es la forma de la fibra en un corte transversal, y esto nos da diferentes formas de la fibra, ya sea redonda, cuadrada o de una forma irregular, forma visual de fibra e hilado

**Carácter:**

Condiciones esenciales y permanentes de una fibra o tejido.

**Rizado o torcido:**

Es el proceso que sufre una fibra, para poder ser utilizada como fibra textil. Es el proceso para poder ser utilizada una fibra como fibra textil.

Este proceso se conoce como rizado o torcido

**Color y brillo:**

Es la característica que se le da a una fibra para tener mejor presentación y una mejor apariencia, para su mejor aspecto, para su comercialización, en mejores condiciones visuales.

**Densidad:**

Es la unidad de masa por unidad de volumen. Y sus unidades pueden ser g/dl.

Resistencia:

Deformación de un material causado por la aplicación de una fuerza externa

Tenacidad:

La tensión , o el esfuerzo, expresado como fuerza por unidad de densidad linear de un espécimen liso.

Tenacidad de rotura. Gramos fuerza/tex.  
Gramos fuerza/denier. gf/dn.

Alargamiento:

Es la característica de poder alargar o estirar un fibra sin romperse.  
Y es adimensional.

Donde:

$$\% L = \frac{L - L_0}{L_0}$$

Elasticidad:

La propiedad de un material de recobrar su tamaño original sin sufrir deformación alguna

Flexibilidad:

Es la propiedad que tiene un material textil de sufrir dobleces, y fuerzas externas, sin que el material en cuestión se deforme.

Plasticidad:

Es la característica que tiene un material textil de poseer, características similares a los plásticos

Absorción de humedad:

Es la característica que tienen los materiales textiles de absorber o no la humedad, ya sea ambiental, o al mojarse dichos materiales

Conductibilidad del calor.

Es la característica que tienen los materiales textiles de absorber o propagar el calor..Como ejemplo la lana.

Conductividad de la electricidad:

Es la característica que tienen los materiales textiles de conducir la electricidad.

### TERMINOS RELACIONADOS DE FUERZA Y DEFORMACION (28).

TERMINO	SIMBOLO	EXPRESION MATEMATICA	UNIDADES
LONGITUD	L		mm. (in).
EXTENSION	$\Delta L$		mm. (in).
ESTIRAMIENTO		$\Delta L/L$	
ENLONGACION		$\Delta L/L \times 100$	%
DENSIDAD LINEAL	D		TEX (Den)
AREA DE SECCION TRANSVERSAL			$Mm^2$
FUERZA	F		N (lbf)
TENSION	T		N (lbf)
FUERZA, POTENCIA	S		N (lbf)
TENACIDAD		F/D	Mn/tex. Lbf/den
TENSION (STREES)		F/ $\Delta$	$N/m^2$ Lbf/d <sup>2</sup>

## CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS TEXTILES

La clasificación básica para poder distinguir unas fibras de otras es la siguiente: (1, 10, 15, 16,26)

- 1.- Fibras Naturales
- 2.- Fibras Artificiales
- 3.- Fibras Sintéticas

### 1.- Fibras Naturales:

Son aquellas fibras, que el hombre utiliza como se encuentran en la naturaleza, con algunas modificaciones de su estado nativo, pero sin alterar su estructura química.

De estas tenemos que se clasifican en:

1. 1.- Fibras Naturales de Origen Vegetal
1. 2.- Fibras Naturales de Origen Animal
1. 3.- Fibras Naturales de Origen Mineral

### 1. 1.- Fibras Naturales de Origen Vegetal:

Es variada la cantidad de fibras textiles que proceden del reino vegetal, hay fibras que proceden del fruto, algunas otras proceden del tallo y otras más de las hojas.

1.1.1.- De las fibras que forman parte del fruto se encuentran:

- Algodón
- Coco
- Kapoc
- Asclepios

1.1.2.- De las que proceden de los tallos tenemos:

- Cáñamo
- Yute
- Lino
- Ramio

1.1.3.- De las que proceden de las hojas tenemos:

- Henequén
- Sisal
- Formio
- Abacá
- Pita

### **1.2.- Fibras Naturales de Origen Animal:**

Aquí se distinguen dos tipos de fibras de origen animal, las que proceden del exterior y las que proceden del interior de ésta.

1.2.1.- Las fibras que proceden del exterior son:

- Lana
- Pelos
- Vellos

1.2.2.- Fibras procedentes del interior de los animales

- Sedas diversas

### **1.3.- Fibras Naturales de origen mineral:**

Entre estos tenemos:

- Asbestos
- Metales
- Vidrios

### **2.- Fibras Naturales modificadas**

Son las fibras que para su obtención se emplean medios físicos o mecánicos, mediante procesos de integración o de integración química se emplea alguna sustancia de procedencia orgánica vegetal o animal, en esta clasificación se agrupan todas las fibras de esta naturaleza, entre estas tenemos a:

- 2.1.- Fibras Celulósicas
- 2.2.- Fibras proteicas o Albuminoides
- 2.3.- Fibras Proteico – Celulósicas
- 2.4.- Fibras Algínicas

#### **2.1.- Fibras Celulósicas:**

Conocidos con el nombre de rayón en sus cuatro variedades:

- Nitrocelulosa
- Viscosa
- Cuproamoniaca
- Acetatos y sus Derivados

#### **2.2.- Fibras Proteicas o Albuminoides:**

Las más importantes:

- Lanital o Aralac
- Merinota
- Ardil
- Viscara

### **2.3.- Fibras Sintéticas:**

La fabricación de estas se inicio entre los años 1930 y 1940, y varían continuamente en cantidad y calidad. (1)

Son consideradas sintéticas por que proceden de algún compuesto químico base, que es conocido como monómero, y que a través de un proceso químico es transformado en un polímero de un tamaño determinado de cadena, que da por resultado una fibra de condiciones muy particulares como lo son:

- Poliamidas
- Poliesteres
- Poliacrilonitrolicos
- Polivinilicos
- Poliuretanos
- Polietilenos
- Polifluorocarburos

A continuación se mencionaran algunas características importantes, de las fibras anteriormente clasificadas, siguiendo el mismo orden.

1.1.1.- Entre las fibras naturales de origen vegetal procedentes del fruto, tenemos: (10, 13, 15, 16, 24,26)

#### **1.1.1.1.- Algodón:**

Clasificación Botánica:

Orden: Málvales

Familia: Malvácea

Género: Gossypium

Especies: Barbádense, prereviamun, hirsatum, aerbacean, Arboreum, etc.

Este aparece en la historia de la humanidad desde tiempo muy remotos, existiendo autores que le asignan su aparición entre 100 y 120 siglos antes de J. C....., es decir desde 13 a 14 mil años: pero en la historia antigua se confunden muy fácilmente el algodón y el lino.

En el año de 1793 John Witney, lanzó la primera máquina demostradora de algodón ha adquirido enorme importancia en todo el mundo y se ha convertido en el transcurso de los años, en la segunda materia prima objeto de comercio mundial, superada únicamente por el petróleo.

La fibra de algodón es empelo de la semilla formado por el alargamiento de una sola célula epidérmica de la semilla de algodón. Esta célula continua desarrollándose en sentido longitudinal, teniendo únicamente una cutícula fina por el lado de la pared, hasta que el pelo alcanza casi máxima longitud.

La etapa siguiente en el desarrollo, es el engrosamiento de la pared, depositándose capas de celulosa en la casa interior de la cutícula, cuando la cápsula se abre, las fibras se secan, se enrollan sobre el mismos forman tubos planos retorcidos, que se abren en la base y se afilan y cierran en las puntas.

La fibra del algodón es clasificada esencialmente con base en la longitud y su figura, encontrándose en las primeras la producida por el *Gossypium barbadense* planta anual que mide entre 35 y 50 mm. (1 3/8" y 2") de largo, la del *G. peruvianum* con características muy similares al anterior, y la del *G. hirsutum*, planta anual o bianual con una longitud de 38 mm (1 1/2"), esta variedad es la más extendida en: E. E. U. U., México, centro América, Argentina, etc.

En el cultivo del algodón se ha extendido mucho en el curso de los últimos 20 años, con excelentes resultados llegando a recolectarse más de dos millones de pacas, esto es, alrededor de 500,00 mil toneladas, ocupando los primeros lugares EE.UU.. India, Rusia y China, seguidos por Egipto y Brasil.

### 1.1.1.2.- Coco

#### Clasificación Botánica:

Orden: Arbustos  
 Familia: Palmeras  
 Género: Coccous  
 Especies: nuceifera. m.

Se conoce como coco o bonete, con este nombre se denominan las hebras o fibras que forman la cubierta del fruto o nuez del cocotero, crece cultivado o silvestre en todos los países tropicales situados junto al mar.

En Europa y América se conocen dos tipos de fibras de coco, una muy basta y gruesa empleada principalmente en la fabricación de cepillos y otro tipo más fino y suave que se emplea principalmente en la fabricación de las alfombras conocidas con los nombres de "Limpia pies" y también como fondos de alfombras y tapicería.

### 1.1.1.3.- Kapoc:

#### Clasificación Botánica:

Orden: Arbustos  
 Familia: Bombaceos  
 Género: Bombax  
 Especie: Ceiba

Fibra producida por el árbol de gran tamaño, el cual crece en forma silvestre en varios países de Asia y América; Java, India, Brasil, México y Centro de América y también algunos países de África Tropical, siendo el de Java el de mejor calidad.

De este árbol existen diversas variedades, es más conocido en el nombre de "Bombax Ceiba", produce unas cápsulas o capullos de 8 a 12 cm. de largo por 3 o 4 cm. de diámetro, en su interior se encuentran las semillas junto a las fibras, las cuales son parecidas al algodón pero no se encuentran unidas a la semilla sino a las paredes o corteza, lo cual favorece su reparación que tiene lugar mediante un golpeado sobre telas de alambre que permiten el paso de las semillas.

Las fibras de Kapoc aún siendo similares a las del algodón, son más cilíndricas y sin torsión, tienen una longitud entre 1.5 y 3.5 cm. y una finura entre 15 y 40 micras, pero carecen totalmente de resistencia por lo que no pueden ser utilizadas en hilatura, pero tienen gran importancia para ser relleno de almohadas, colchones, tapicería, empaques, edredones, sacos para dormir, etc.

Comercialmente el Kapoc es conocido en todas partes con los nombres de Miraguano, Boxbas, Aron, Pochote, Uata Vegetal, Edredón Vegetal, y otras, siendo muy apreciadas por sus cualidades, aunque en la actualidad no se pueden utilizar como fibra textil.

#### **1.1.1.4.- Asclepías**

Clasificación Botánica:

Orden: Arbustos  
 Familia: Asclepiadáceas  
 Género: Asclepios  
 Especies: tuberosas, curassavica

Proviene de plantas herbáceas, que se producen en casi todo el territorio de los EE.UU., y en varios países de América del Sur.

Las fibras se encuentran cubriendo las semillas en pequeños grupos y aunque tienen bastante longitud (entre 2 y 4 cm.) con una finura entre 20 y 30 micras, carecen de resistencia, por lo que, igualmente que el Kapoc, no son empleadas actualmente como textiles.

#### **1.1.2.- Fibras Procedentes de los tallos de las plantas:**

aunque son muchas plantas cuyos tallos contienen fibras que pueden ser utilizadas como textiles, industrial y comercialmente, sólo se consideran como tales el cáñamo, (Cannabis Sativa) yute, lino, ramio y Kenaf.

El tallo de estas plantas tiene una estructura especial y puede considerarse dividido en 4 partes principales:

- Corteza
- Liber (parte que contiene las fibras)
- Madera
- Medula

Las fibras del liber se separan normalmente de los tejidos del tallo de la planta por enriado, que consiste en sujetar tallos y someterlos a una fermentación controlada en agua, por un periodo que depende de las condiciones particulares y del tipo de fibras de que se trata.

La separación se efectúan por la acción de las bacterias, que primeramente atacan los tejidos parenquimatosos en los que están incrustados las hebras de fibra. El enriado puede efectuarse en zanjas, presas, ríos, etc. o estanques a propósito contruidos en condiciones cuidadosamente regulados.

La separación química de las fibras se emplea ocasionalmente, y también se utiliza el aislamiento mecánico y desguarnecimiento, solos o en combinación con alguna forma de enriado.

#### **1.1.2.1.- Cáñamo:**

Clasificación Botánica:

Orden: Urticales  
 Familia: Urticáceas  
 Género: Cannabis  
 Especie: Sativa

Estas plantas son unisexuales, dividiendose en tallos machos crecen hasta dos metros de altura o más, con flores amarillas que producen el polen.

Los tallos hembras poseen y maduran las semillas. Estas semillas son excelente alimento para aves pero posee un elemento narcótico.

El cáñamo crece en clima templado y proporciona fibras muy parecidas al lino, pero más gruesas y bastas, las fibras se obtienen por enriado. Además posee la propiedad de que al hervirse con sosa, adquiere características físicas parecidas al algodón.

#### **1.1.2.2.- Yute:**

Clasificación Botánica

Orden: Málvales  
 Familia: Liliáceas  
 Género: Corchorus  
 Especies: capsoliris, olitorius

Las fibras se obtienen de plantas que alcanzan hasta 4 metros de altura y tallos de 3 a 4 cm. En su base.

Procede y se cultiva casi exclusivamente en la India, principalmente en los deltas de ríos, aunque crece bien logrado aclimatar en países como el Brasil en donde se ha extendido su cultivo.

El inconveniente del cultivo de este producto es el bajo precio en el comercio mundial hacerlo remunerativo, fuera de el país de origen.

La obtención de las fibras se lleva acabo de la misma forma que las otras fibras obtenidas de tallos, que es el enriado.

De los tallos de estas, se obtienen el 30 – 40% de fibras utilizables, las cuales se producen mayor proporción en la región de Bengala, se calcula que se exporta de la India aproximadamente 1.5 millones de toneladas al año.

Las fibras tienen una longitud que varía entre 3 y 6 cm., son fibras normalmente cortas, su diámetro es de 10 a 25 micras. Poseen una forma poligonal, irregulares en su forma como diámetro, sus extremos terminan en punta o en espátula, están fuertemente unidas entre si por sustancias pécticas, lo cual hace que su separación individual sea casi imposible o muy difícil. Los fascículos de yute son sumamente regidos y poco flexibles, por cuyo motivo es necesario someterlos a un proceso previo de ensimaje, con aceites adecuados que se emulsionan con agua jabonosa, antes de proceder a su hilatura, su higroscopicidad es superior a la mayoría de fibras vegetales.

Estas fibras constan de un 60 a 70% de celulosa, sumamente cargada de lignina, posee un 20 a 25% de elementos pécticos y de 2 a 3% de cenizas o residuos minerales.

El yute ocupa un segundo lugar en volumen de producción, entre las fibras vegetales inmediatamente después del algodón. Aunque es una de las materias textiles de más bajo precio internacional, de acuerdo con su calidad.

las fibras de Yute se clasifican comercialmente en cuatro grupos que son: Serajgang, Naraingang, Desi, Deora.

Por su calidad, se clasifican los cuatro grupos anteriores en: Fina, mediana y corriente.

Los campesinos de la india utilizan las plantas tiernas como alimento, también consumen las semillas que son perfectamente comestibles.

Se utiliza en la fabricación de abrigos y vestidos empleando las fibras más finas, se emplean en la fabricación de arpilleras u costales urdimbres de base para alfombras y tapices, bases para linoleums etc.

Mezclando con cáñamo se obtiene mejor resistencia y las mezclas con borras de lana, se utilizan en la fabricación de mantas y tilmas de bajo precio.

### 1.1.2.3.- Lino:

Clasificación Botánica:

Orden: Herbáceas

Familia: Lináceas

Género: Linun

Especie: usitatissimum

El uso de planta de lino se pierde en la noche de los tiempos desde la más remota antigüedad, no habiendo sido posible hasta hoy determinar, si fue el lino o el algodón de primera materia vegetal empleada como textil por el hombre, aunque muchos investigadores conceden esta preferencia al lino. En América era conocida antes de la llegada de los Europeos.

se produce esta principalmente en climas templados. El numerote manojos de fibras en el tallo varía de 15 a 40; cada manajo contiene de 12 a 40 fibras útiles, o después del enriado, los manojos de fibras se separan de la corteza y del tejido de madera por espadillado, es que es un proceso mecánico. Una cierta cantidad de tejido cortical se queda adherido a los manojos de fibras. Dicho tejido da el color característico a las fibras de Lino crudo.

El enriado puede practicarse de 3 maneras:

- a. Al aire libre
- b. Con agua corriente
- c. Con agua estancada

Una característica de esta fibra, es que, posee una gran conductibilidad de calor debido esto a su estructura compacta, después de hervirse con sosa, con este proceso adquiere características de algodón, también el cáñamo posee esta característica.

Las fibras elementales del lino tienen de 20 a 50 mm. de longitud con diámetro de 12 a 30 micras, siendo los más finos los belgas, siguiéndose después los de los países Bálticos, que se parecen bastante al algodón.

Una característica física de las fibras de lino es la de terminar en punta por ambos extremos, y presentarse con el aspecto de un cilindro algo aplanado, con el diámetro máximo en su parte central.

Vistas al microscopio presentan una serie de ranuras transversales formándose una serie de nudos como en la caña de bambú.

Su color varía desde el blanco más o menos puro hasta el amarillento, gris oscuro o verdoso.

Como los principales conductores de esta fibra tenemos:

- Unión Soviética, el mayor productor
- Bélgica, el de mejor calidad
- Irlanda, de buena calidad
- Francia, este e Irlanda son grandes productores

con otra característica especial del lino es el brillo muy acentuado que siempre presenta sus fibras, lo cual las hace inconfundibles.

En cuanto a su composición química posee un 70% de celulosa, un 20 a 22% de sustancias pécticas; contiene además de un 6 a 8% de materias gomosas, resinas y residuos leñosos comprendidos generalmente con la denominación común de "lignina" y de 1 a 2% de cenizas, o materias minerales.

La mayor parte de estas sustancias pécticas son solubles al agua, lo cual motiva que en las operaciones de hervido "blanqueo, tinte, etc.," el lino pierde hasta un 20% de su peso, y al mismo tiempo pierde algo de su brillo característico, originado precisamente por dicha sustancia.

#### **1.1.2.4.- Ramio:**

Clasificación Botánica:

Orden: Urticales  
 Familia: Urticáceae  
 Género: Urtica  
 Especies: nívea, tenacísima

Es una planta perenne, existen plantaciones que duran tanto o más que la vida humana, sus tallos alcanzan 3 o más metros de altura, pero se cortan al llegar a 1 o 5 metros antes de florecer.

La fibra se encuentra en el liber fuertemente unidos a la corteza por colas y sustancias gomosas, el proceso de enriado común de la fibra y la corteza, posteriormente el hervido y golpeado o batido, en varias ocasiones.

El ramio se presenta generalmente en forma de fibras elementales, con longitudes entre 6 y 25 cm. con diámetro de 20 a 45 micras, siendo la fibra vegetal de mayor longitud que conoce.

En una fibra de aspecto sedoso, blanco, muy suave y con brillo nacarado, que lo asemeja a la seda; aunque es un elástico flexible, tiene una gran tenacidad y es muy resistente a la humedad.

Su composición química se asemeja a la del cáñamo ya que contiene de un 75 a 80% de celulosa.

Procedente del extremo oriente (India y China) la mayor parte de este consumido por los propios países productores aunque en Alemania e Inglaterra son los mayores consumidores.

Comercialmente esta fibra se encuentra en el mercado, en forma de tejidos muy suaves, parecidos a la seda, obteniendo se así mediante procesos de peinado e hilado fino y muy delgado. Sus etapas solas o mezcladas con cáñamo son empleadas en cordelería, para aumentar la resistencia de este último.

## **FIBRAS PROCEDENTES DE LAS HOJAS DE LAS PLANTAS**

Todas estas plantas pertenecen botánicamente a la filia de las monocotiledóneas, dividida en innumerables especies.

Los vegetales cuyas hojas proporcionan fibras textiles se encuentran en gran número, en la naturaleza siendo una de sus características comunes la dureza y la falta de flexibilidad, por lo cual son conocidas generalmente con el nombre genérico de "fibras duras".

En todas ellas, las fibras se encuentran formando números entre la parte exterior, que puede ser llamada "corteza" o "epidermis" de las hojas, y la parte central formada por un vástago leñoso y una parte de pulpa porosa.

Además estas fibras están normalmente asociadas con los haces vasculares, cuyos restos, en forma de elementos espinales, se ven frecuentemente en los exámenes microscópicos de las fibras.

Las fibras de hoja se extraen por métodos mecánicos y la eliminación del parénquima asociado con las células es con frecuencia, menos completa que en el caso de las fibras del liber. (10, 13, 15, 16, 24,26)

### 1.1.3.- Sisal, Henequén y Pita:

Orden: Liliifloae

Familia: Agavaceae

Género: Agave

Especie: americana, sisalana, famcrovdea

Procedentes de las hojas del género "Agave" siendo la más cultivada la conocida con el nombre del "Agave American" originaria de Centro América y Sureste de México.

Se cultiva en países tropicales como África y Filipinas, como productores de fibras mientras que en países como España, Italia, Norte de África y en general todos los países mediterráneos, se considera como planta de adorno y para formar valla.

Con el nombre de Sisal (*Agave sisalana*) se conocen las fibras producidas en México, (principalmente Yucatán), y por extensión se puede aplicar este nombre también, a las fibras producidas en Centro América.

Con el nombre de Pita, son conocidas ambas fibras en Europa, principalmente cuando son fibras muy finas y de buena calidad.

Obtención de las fibras:

En algunos lugares se usa el enriado ligero para las separaciones de la fibra, aunque el método más usual es el del "descifrado" o "desconcertado", que consiste en cortar las hojas todavía verdes en varias partes longitudinalmente, y luego en máquinas son aplastadas y raspadas, posteriormente, son puestas al sol o secadas en estufas, una vez secas, se elimina el polvo por sacudidas fuertes para eliminar todo el polvo posible.

Todo este desperdicio y las fibras cortas se utilizan en la fabricación de papel.

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

Fibras de color blanco generalmente más o menos puro, y en ocasiones en tonos verdes o amarillentos, teniendo siempre un brillo especial. Aunque normalmente se usan en forma de fascículos, que alcanzan de 60 cm. a un metro de longitud, no es difícil lograr las fibras elementales con un largo de 3 a 6 cm. y diámetro de 15 a 30 micras.

Son poco flexibles y elásticas, y su referencia individual es poca, siendo esta la causa de ser empleada en fascículos.

### **COMPOSICIÓN QUÍMICA:**

Químicamente el sisal, henequén y similares contienen menos del 50% de celulosa, fuertemente impregnadas de materias proteicas las cuales no obstante son fácilmente solubles en medios alcalinos.

### **Clasificación comercial y Producción:**

En México se clasifica al henequén comercialmente hablando en: AA – A – B – C – M, tomándose en cuenta el largo de los fascículos, el color y el contenido de las impurezas, que nunca deben exceder del 5%.

La producción mundial anual es muy variable, depende principalmente de los precios en los mercados internacionales, que son controlados mayormente en Londres y Nueva Orleans, esta producción es de alrededor de 400 a 500 mil toneladas anuales. La producción en México es muy variable, pero oscila alrededor de 100 mil toneladas al año.

### **Usos:**

Entre los usos de las fibras del henequén, sisal, esta el de ser usados en cordelería, para la fabricación de arpilleros y costales de embalaje con hilos gruesos. También empleando pequeños fascículos con pocas fibras elementales se logran hilos bastante finos, que tienen la característica de poseer una buena blancura, brillos naturales, además tiene la propiedad de teñirse fácilmente y la artesanía indígena produce verdaderas obras de arte en cestería y tejidos para mantelería.

### **1.1.3.- Formio, Abaca:**

En estas plantas las fibras son separadas del resto de las hojas por procedimientos de descortado similares a los empleados por el sisal.

### **Formio:**

#### **Clasificación Botánica:**

Orden: Liliiflorae

Familia: Alaileaceas

Género: Phormium

Especie: tenax

Originario de Nueva Zelanda, de la familia de las liliáceas, su nombre *Esphormium tenax*, en esta isla se cultiva casi exclusivamente, y en el mercado mundial es conocido con el nombre de "lino de Nueva Zelanda".

Las plantas carecen de tallo central, las hojas crecen al ras del suelo, con la longitud de hasta 2 metros, y las fibras tienen un largo de 3 a 8 mm. y un diámetro de 8 a 16 micras.

Entre sus usos se tienen que en Nueva Zelanda, con esta fibra, producen vestidos y objetos del hogar, fuera de este país se emplea casi exclusivamente en cordelería, como sustituto del cáñamo, aunque con menor tenacidad y poco resistente a la humedad.

### **Abaca:**

#### Clasificación Botánica:

Orden: Scitaminaeae  
 Familia: Musaceas  
 Género: Musa  
 Especie: *textilis*

Originaria de Filipinas, perteneciente a la familia de las musáceas, cuyo nombre es de *Musa textiles*, se le conoce como cáñamo de Filipinas por que se cultiva casi exclusivamente en Filipinas.

La producción de Abaca es muy superior a la de formio, ya que aparte del consumo local, las filipinas exportan actualmente de 50 a 60 mil toneladas, causando fuerte competencia al sisal y al henequén.

1.2.- Fibras Textiles de Origen Animal. (4, , 15, 16, 26)  
 fibras Procedentes del Exterior de Estas:

#### **1.2.1.- Lana:**

la lana es una de las principales materias textiles que se usan en le mundo entero ésta fibra procede únicamente de el pelo de ovejas y carneros, entre sus principales características tenemos:

falta de plasticidad, elasticidad, impermeabilidad, rigidez, ser mal conductora del calor y de electricidad, rugosidad, rizado, alargamiento, color, brillo e higroscopicidad.

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

La longitud de las fibras varía entre 4 y 30 cm. y su finura entre 10 y 70 micras, decreciendo ésta desde la base hasta la punta. Su característica física más importante es su rugosidad, mediante la cual la fibras de lana adquiere, la característica, otra característica particular de la lana en su rizado o encrespamiento, formando ondulaciones que tiene el pelo sin que llegue a retocarse.

La gravedad específica de la lana se considera entre 1.3 y 1.4 a 25° C, no existiendo diferencias entre las lanas finas y gruesas.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA:

Químicamente la lana se divide en dos partes perfectamente delimitadas: el núcleo central o médula, esta constituida por keratina y su envoltura o en la cutícula o parte exterior, esta formada por un conjunto de materias llamada suintina, la cual al juntarse con diversos elementos extraños, toman vulgarmente el nombre de saurda .

La Suintina se compone principalmente de una gran variedad de grasas o ceras. De estas, lanolina es una de las principales que son centradas por el animal, de esta lanolina. El colesterol es el principal constituyente de esta lalonina.

La Keratina es una proteína animal, es de una estructura molecular muy complicada como todas las proteínas, y en su composición química participan varias monómeros (cristalina, glutámico y otros), pero básicamente esta formado por cinco elementos principales.

- CARBONO-----	50 %
- OXIGENO-----	22 a 25 %
- NITRÓGENO-----	16 a 17 %
- HIDROGENO-----	7 a 8 %
- AZUFRE-----	2 a 4 %

El azufre puede dar lugar a diversos trastornos en el curso de las operaciones industriales, principalmente en el teñido y acabado, la lana es la única fibra textil que tiene entre sus constituyentes elementales al azufre.

Al quemarse la fibra contiene aproximadamente un 0.5% de cenizas, las cuales están constituidas por óxido de potasio como el principal componente.

## **PROCEDENCIA Y CLASIFICACIÓN COMERCIAL**

### **Calidad y Procedencia:**

En términos generales puede decirse que las principales cualidades de la lana se derivan de la raza ovina, de donde se obtienen, y las principales son:

#### **D) MERINA.-**

Es la raza de producción más fina, procedente originalmente de la península Ibérica, pero actualmente se encuentra en mayor o menor grado de calidad en todos los países productores.

##### **a) Australia.-**

Primer país productor del mundo junto con Nueva Zelanda y Tasmania. Existen más de 200 millones de cabezas de ganado lanar.

##### **b) Sur de África.-**

La lana que se produce en Sudáfrica es conocida con el nombre de "Lana del Cabo". Existen alrededor de 50 millones de cabezas en su mayor parte de la raza merina.

##### **c) Sudamérica.-**

La lana que se produce en Sudamérica procedentes de Uruguay (20 millones de cabezas) y Argentina (50 millones de cabezas), así como, los precedentes de Paraguay, Chile y Brasil. Son conocidas como lanas cruzadas, ya que no son considerados como lanas merinas puras.

##### **d) Norte América.-**

Los E. E. U. .U. Poseen alrededor de 35 millones de cabezas de ganado ovino, con una gran variedad de razas de éste tipo de ganado, por lo que, no tiene una raza distintiva mayoritaria, además, este país es un gran importador de lana, debido a que consumen mucho este material textil la lana Merino la que es principalmente se importa

## e) Europa.-

España y Alemania figuran como los principales países productores de lana merinos.

**II Otras Razas:**

La raza Rabivillet.-es procedente de Francia, Leicester, Southdown, Cheviot, procedentes de Inglaterra.

**Lanas regeneradas:**

En la industria lanera, principalmente en la lana carnada, se emplean grandes cantidades de materiales que ya habían sido trabajadas anteriormente, mediante un proceso de recuperación de los mismos, a los cuales se llama "Lanas Regeneradas", proceden de desperdicios, retales o retazos de tejido de lana, los cuales se dividen en 2 grupos.

## 1).- Shody.-

Es un producto de trapos, retazos y otros tejidos de lana sin enfieltrar, o de tejidos de lana en géneros de punto de poca consistencia y que son de fácil disgregación, dando lugar a fibras poco maltratadas.

## 2).- Mungo.-

Estas fibras son el producto de elementos del mismo origen, pero de tejidos enfieltrados y fuertes, los cuales exigen para su disgregación un mayor esfuerzo mecánico y produce fibras más cortas y menos valiosas.

Tanto en un caso como en otro, os desperdicios de tejidos nuevos o ya usados, debe sufrir en proceso adecuado para poderlos utilizar nuevamente, en el cual figuran las siguientes operaciones:

- a) Clasificación de los trapos y retales
- b) Desinfectado y lavado
- c) Deshilachado de los trapos
- d) Carbonizado
- e) Decolorado
- f) Mezcla y emborrado

### Usos de la Lana:

Entre los usos más importantes tenemos: fabricación de trajes, y otras prendas de vestir, mantas, hilados, alfombras, fieltros y tapicerías.

Hasta ahora ninguna fibra artificial le ha igualado en resistencia, suavidad al tacto, propiedades aislantes, facilidad de tintura y resistencia a la flama. La lana esta reticulada por medio de puentes de cistina, esta estructura hace que se hinche, pero que no sea soluble el producto natural.

### 1.2.2.- Pelos Animales:

La industria textil, emplea gran cantidad y variedad de pelos animales, además de la lana, cuya característica general es que no se enfieltran, además de diversas cualidades y características para cada uno de ellos.

Los grupos de animales que se usan como productores textiles se pueden clasificar como:

- Caprinos
- Camélidos
- Roedores
- 

#### Caprinos:

Entre estas razas de caprinos los que se utilizan en la fabricación de fibras tenemos a las cabras de la raza Mohair, y a las cabras de la raza Cachemira.

#### Mohair:

Llamado también pelo de cabra de angora, por pertenecer a esta clase de animales procedentes del Asia Menor, pero que actualmente se crían en diversos países principalmente en los Estados de Norte América. Una vez limpio, es un pelo largo, fino brillante, que no se enfieltra.

Su diámetro oscila entre 10 y 70 micras, y su longitudes entre 10 y 30 cm. Variando mucho según sea medio año o de año entero.

Visto al microscopio el pelo Mohair presenta una superficie escamosa parecida a la lana, pero en menor calidad y más regulares y rectas.

**Clasificación Comercial:**

En los Estados Unidos se clasifica según su calidad en: Tigh lock, Flot lock, y Fluffy fkreece.

En Turquía se clasifican en: Fine, Bery bazar, Kartamboul, y Angora. Los procedentes del cabo se clasifican en: primeros, cordenos, basuto, cruzados y terceros.

**Producción Mundial:**

En esta producción oscila entre 16 y 18 mil toneladas anuales, siendo el principal productor Estados Unidos ocupando Turquía el segundo lugar.

De algunos años a esta parte en Australia se viene incrementando su producción y actualmente casi se iguala en producción con Turquía.

**Cachemira:**

El pelo de Cachemira es producido por la cabra de Cachemira, éste animal está cubierto de pelo largo y fuerte, entre cuyas hebras lanosas crece un vellón muy fino y suave, que muda anualmente junto con una parte del pelo exterior. Solamente ésta parte fina y corta forma el pelo citado, siendo de un color blanco, gris o pardo.

Es la fibra textil más fina y suave que se conoce, y la raza que la produce esta actualmente muy extendida en el Tibet y norte de China; su producción anual oscila entre 700 y 800 toneladas de pelo fino, el cual es exportado casi totalmente, mientras el pelo largo es utilizado por indígenas.

**Camélidos:**

El pelo del camello esta formado principalmente por 2 clases de fibras:

- 1) Una fibra exterior de 38 cm. de longitud.
- 2) Una fibra fina o interior de 2.5 a 13 cm de longitud.

Las últimas se separan como barra en el peinado y se mezclan generalmente con lana fina. Las fibras muy largas se transforman en mechas para hilados de estambre. Las fibras más finas son de marrón claro y las más largas más bien oscuras.

Todos los pelos de camello son muy regulares en su sección y diámetro uniforme a lo largo de la fibra. Los bordes de las escamas sobresalen tan poco del cuerpo de esta, que sólo pueden verse microscópicamente el índice de refracción es considerablemente menor que el de la keratina.

La sección transversal de las fibras largas de camello, muestra una forma aproximadamente circular u ovoidea. La médula es continua y estrecha en relación con el diámetro de la fibra, que excede raramente la mitad del eje mayor de la sección de la fibra.

Los gránulos de pigmento adoptan generalmente la forma de grandes aglomeraciones, que suelen ser más densas hacia el centro de la fibra y con frecuencia sin pigmento en la región situada debajo de la cutícula. En las fibras de color más claro los gránulos de pigmento son mucho menos numerosos y están más repartidos.

Es casi imposible ver la forma de las escamas en los pelos medios y largos de camello debido al pigmento y a la médula.

La producción exportable de pelo de camello es anualmente de 5 a 6 toneladas, ya que, en gran parte es utilizado por los habitantes de los países donde se produce.

#### **Pelos de Llama, Alpaca, Vicuña:**

Son los animales pertenecientes a la raza de los camellos o dromedarios, que viven en la región andina de la América del Sur, entre el Ecuador, Bolivia, Perú, Chile y Argentina. Sus pelos son largos, sedosos, brillantes y finos, muy parecidos a ciertas clases de lana como la Cheviot, aunque de mayor finura.

Se presentan en una gran variedad de colores, con un predominio de los tonos grises y marrones, pero también con una proporción apreciable de blancos, marrones claros y oscuros e incluso negros. Por mezcla y peinado de esta variedad de colores naturales se obtienen matices muy variados.

Entre las fibras de origen animal son generalmente de diámetro uniforme en toda su longitud y de superficie lisa, en su sección transversal estas fibras son generalmente elípticas con médula relativamente estrecha.

La pigmentación termina bruscamente en el extremo exterior de la corteza, dejando una gruesa zona cuticular sin pigmento. Esta cutícula puede verse a si mismo en las fibras de alpaca no pigmentadas.

Las fibras de llama y Vicuña se usan también en la industria textil, pero en cantidad mucho menor que la alpaca.

Las fibras de llama son más largas que las de Alpaca, pero los tejidos de Vicuña están formados principalmente por fibras finas muy suaves al tacto.

Estas fibras constituyen una riqueza inapreciable para los habitantes de las regiones donde viven, y sus pelos son exportados en sus clases más finas, siendo utilizados en gran parte por los indígenas para sus vestidos y adornos. Son los pelos que no enfieltran, y las cantidades que se exportan a Europa principalmente, oscilan entre 6y 8 mil toneladas, casi siempre a precios muy superiores a los de la mejor lana.

### **Pelos de caballo, Cabra, Vaca, etc.:**

Aunque estos animales propiamente no pertenecen al grupo de los camélidos, sus pelos son muy parecidos a los de camello y generalmente se incluyen en este grupo.

#### **Pelo de Caballo:**

Los 2 tipos comerciales mas conocidos de pelo de caballo son: De la crin y de la cola. No existe diferencia marcada entre las formas de escamas cuticulares de la cola y de la crin, pero se distinguen por que el pelo de la cola presenta un mayor grosor.

Por su sección transversal, pueden distinguirse distintos tipos de fibras que se diferencian por el tamaño y la forma de medula. Algunos tipos predominan en el pelo de la crin y otros en el de la cola. La sección transversal de los pelos tienen una forma circular u ovoide predominando esta última. El pelo de la crin contiene normalmente más fibras circulares que el de la cola. La mayor parte de las fibras de pelo de caballo son pigmentadas. Características de todos los tipos es que la pigmentación tiende a concentrarse en la parte de la corteza cercana a la médula.

#### **Pelo de Vaca:**

Existen 2 tipos comerciales de pelo de Vaca: el pelo del cuerpo, que es relativamente corto, y el pelo de la cola, que es largo y sin pigmentar.

En el pelo del cuerpo el grado de pigmentación varía de acuerdo con el color, pero generalmente se presentan fibras no pigmentadas en muestras con color.

Normalmente una gran proporción de fibras no poseen médula, e incluso las fibras largas tienen solamente una médula de sección realmente estrecha.

En los becerros se llaman con frecuencia fibras blancas. Dichas fibras tienen las puntas largas y finas y ya sean o largas o finas, están moduladas. En las fibras largas la médula en su sección transversal, es generalmente concéntrica con la sección exterior. Y presenta continuidad, pero es con frecuencia discontinua y fragmentada en las fibras finas, la sección transversal de las fibras tiene forma elíptica.

Las fibras de cola son muy bastas, pero generalmente no tiene médula. Esta si existe, es a menudo estrecha discontinua y fragmentada. La sección transversal de las fibras es aproximadamente circular y los límites exteriores de las fibras pueden percibirse claramente.

Usos del pelo de Caballo y Vaca:

Estos pelos como fibras textiles tienen principalmente usos en tapicería y rellenos, y en artículos duros para refuerzo, como las entretelas. Se calcula que anualmente se emplean entre 8 y 10 mil toneladas de estos materiales.

#### **Roedores:**

El pelo de la liebre y de conejo contiene 2 tipos principales de fibras, la burda pelambre exterior y las finas fibras interiores. Estas últimas se usan en la fabricación de fieltros de pelo para sombreros, reservando los pelos burdos de la parte exterior o "Kemps de conejo" a la industria textil para mezclarlos con la lana.

Las fibras bastas varían en longitud y finura y se ensanchan hacia las puntas en unas proporciones planas en la forma de escudo; las de liebre tienden a ser largas y más bastas. La médula es en apariencia, como una escalera y, en la parte central de la fibra, puede estar formada por una, dos o tres series paralelas de cavidades, que dependen de su distribución a lo largo de la fibra y del diámetro de esta.

Las secciones transversales tiene generalmente forma de badajo de campana, pero pueden ser también como una alubia o elípticas, siendo los espacios medulares claramente visibles. Las fibras finas carecen de punta escudiforme y la médula consiste en una única columna de espacio. Su sección transversal es marcadamente angular. En mezclas con la lana, las fibras de conejo se pueden distinguir fácilmente por esta sección transversal.

### Clasificación comercial:

Las fibras, obtenidas de conejo de angora son muy largas finas y suaves, los cuales se emplean generalmente mezclados con lana peinada, dándole un tacto de gran suavidad.

Su producción es muy pequeña, entre 70 y 80 toneladas anuales, en los años de 1995 al 2000 y su precio es siempre muy alto. (A causa de su elevado precio acostumbra a ser falsificado muy a menudo con pelos de "gato de Angora").

El pelo de conejo corriente es de precio inferior al de angora y dista mucho de tener sus cualidades. Se emplea en grandes cantidades sólo o mezclado con lana para fieltros y tejidos especiales, principalmente para la fabricación de los mejores fieltros para sombreros sin tejer.

### 1.2.3.- Fibras Procedentes del interior de los Animales:

A pesar de que son muchas las especies animales que se agregan líquidos viscosos que pueden convertirse en materias textiles, la fibra más importante es la seda.

La seda es la hebra o baba segregada por ciertas clases de larvas, con el cual forman los capullos en que se envuelven cuando llega el momento de efectuar su metamorfosis para pasar del estado del gusano al de mariposa. Estas larvas oruga o gusanos, pertenecen al orden de los lepidópteros familia de los Bambiados, aunque se conocen una gran variedad de los mismo, los mas extendidos son los que se conocen con los nombres de; Bambixmuri anteherea y attacus.

La seda es una materia conocida desde hace muchos siglos, originaria de china, se tiene noticia de su uso desde nuestra era, su origen y forma de obtenerlos fueron completamente desconocidos por los pueblos accidentales: Egipcios, Hebreos, Griego, Romanos, etc.

Fue hasta principios de la era cristiana, en que se propago su producción a Corea, Japón y otros países orientales como la India y Persia. Y fue en los siglos del XIV al XVIII, cuando se extendió a casi toda Europa y Oriente.

Actualmente la industria del cultivo, producción y transformación de la seda continúa siendo muy importante en estos países, principalmente en Italia, pero ha dejado de tener la preponderancia que tuvo en los siglos anteriores.

### Estructura Física:

La hebra elemental de la seda está formada por dos filamentos de fibroína unidos el uno al otro por sustancia gomosa llamada sericina. Esta estructura física es perfectamente visible al microscopio, en el cual muchas veces, son separados, y siempre con una cinta algo aplanada con una línea longitudinal en el centro.

Es su estado natural, es decir antes de pasar por ninguna operación, es una fibra áspera, opaca, muy rígida, aunque tiene una resistencia muy superior a cualquier otra fibra natural.

Después de frotada, la seda es muy suave y flexible, con una elasticidad notable y conservando gran resistencia; obtiene un brillo natural que la diferencia de las demás fibras, y el tacto produce un crujido especial que se denomina "cracant".

Aunque la seda es la fibra natural que tiene mayor finura, su diámetro es sumamente irregular, siendo siempre mayor al principio de la parte externa del capullo y menor al final del mismo o sea en su interior, no siendo raro que haya diferencias desde 5 a 15 micras entre los 2 extremos de un mismo capullo.

### COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

La fibroína es una polipéptido que constituye el 75% de las fibras, formado por solo cuatro aminoácidos: glicina, alanina, serina, y tirosina. La glicerina y la alanina presentes en una relación 2:1.

La seda cristalizada en una estructura de beta-keratina de capa delgada, de cadenas antiparalelas, en la que sólo aparecen radicales de glicina y alanina. Los otros aminoácidos se hayan presentes solo en las regiones amorfas de la fibra. No hay en la seda una estructura equivalente a la espinal de alfa-queratina de la lana y otros polipéptidos. Así, la fibra de la seda tiene un alargamiento más bajo (20 - 25%) que la lana, pero superior al algodón.

El gusano de seda hila una fibra doble de la que se separan fácilmente las dos fibras individuales, como filamentos continuos de 400-700 yardas de largo. La seda tiene, por tanto, mayor analogía con un filamento continuo que con las fibras sintéticas estables.

La seda, ha sido famosa durante miles de años por su resistencia tenacidad y tacto suave. Es reticente y se conforma bien. Es mal conductor del calor y la electricidad, su absorción de humedad es del 11%, soporta el calor y el agua caliente mejor que la lana.

Algunas desventajas de la seda son los problemas derivados de su cultivo, recolección, falta de uniformidad de las fibras, pérdida de la resistencia al teñirse y deficiente resistencia al lavado de los tejidos teñidos. Para calcetería, carece de la resistencia del Nylon, pero por otra parte sería preferida por su tacto más cálido.

Los ácidos diluidos no afectan la fibroína, pero los ácidos minerales concentrados como el sulfúrico, el nítrico y el clorhídrico la disuelven. La sosa, la potasa cáustica, y el cloro destruyen las hebras de seda. Al ser incinerada la fibroína deja entre 1.5 y 2% de cenizas minerales.

La sericina se disuelve rápidamente en agua hirviendo, lo cual da lugar a que en las operaciones de acabado de los tejidos tenga pérdida de peso que a veces pasa del 25%. Esta pérdida de peso puede recuperada (lo que se hace casi siempre) total o parcialmente, añadiendo a los tejidos determinadas sales metálicas, a cuya operación se le llama, "cargar la seda". Cuando el peso es inferior al que había perdido, se le conoce como seda "hervida suave" sin carga, cuando recupera todo el peso perdido, se le llama "peso por peso" y cuando y cuando se gana peso se le conoce como "cargado".

#### Clasificación Comercial:

La seda e principio se clasifica por su procedencia, en cuatro grandes grupos:

Sedas japonesas-----Procedentes del Japón y Corea

Sedas de Cartón-----Procedentes de China

Sedas de Levante-----procedentes de India, Irán, etc.

Sedas de Italia-----Procedentes de País Mediterráneos

#### Otras fibras:

Existen una gran variedad de gusanos y arañas que producen fibras parecidas a la seda, algunas de ellas con gran resistencia, pero no son prácticamente utilizables por las dificultades que ofrece su recolección.

En algunas islas y en las costas del mediterráneo, vive una familia de grandes moluscos que segregan una especie de baba, los habitantes de estas zonas utilizan para la fabricación de tejidos muy finos, resistentes y de gran originalidad, destinados principalmente a su uso personal y para los turistas, aunque en cantidades de muy poca importancia. Se le conoce a esta como "seda biso"

### **1.3.- FIBRAS DE ORIGEN MINERAL (10, 15, 16, 26).**

#### **Asbesto:**

Conocido también con el nombre de amianto. Con el nombre 'asbesto' se conoce a un grupo de seis diferentes minerales (amosita, crisotilo, tremolita, actinolita, antofilita y crocidolita) que se encuentran de manera natural.

Los más comunes de ellos son el crisotilo o asbesto blanco, la crocidolita o asbesto azul, la antofilita o asbesto gris y la amosita o asbesto café.

Por lo común tiene forma de fibras alargadas similar a la fibra de vidrio. Es muy resistente al calor, la fricción y a los productos químicos. Por estas características el asbesto se utiliza en más de 3000 productos.

México no produce asbesto, la totalidad del que se importa proviene de Canadá y Sudáfrica.

La exposición se presenta en los trabajadores de las minas de asbesto y en la población que vive a sus alrededores, a través de las fibras suspendidas en el aire y su ingreso por vía respiratoria.

La exposición también se presenta en los trabajadores de las fábricas de balatas y clutch de automóviles, de la producción de textiles, empaques, productos de asbesto-cemento, de pisos y de otras actividades más.

De igual manera, sus familiares se ven expuestos a las fibras que los trabajadores trasladan en sus ropas de trabajo. También están expuestas las personas que viven cerca de los depósitos de desechos de asbesto.

El asbesto se puede encontrar de manera natural en algunas zonas rurales (0.03 a 3 fibras por metro cúbico de aire). En las ciudades, estas concentraciones se pueden elevar de 3 a 300 fibras por metro cúbico. Cerca de las minas o fábricas que utilizan asbesto, las concentraciones llegan hasta 2000 fibras por metro cúbico.

En casas, escuelas y edificios se han encontrado concentraciones de 30 a 6000 fibras de asbesto por metro cúbico, debido a que se utiliza como aislante o por estar techadas con láminas de asbesto cemento.

Los trabajadores pueden estar expuestos a concentraciones mucho más altas. Ocasionalmente también se pueden ingerir las fibras de asbesto a través del agua contaminada

Tiene la propiedad de ser indestructible por el fuego o cualquier otro elemento natural. No solamente es incombustible e imputrescible, si no que, es inmune a toda clase de bacterias, ácidos, álcalis, etc. es muy mal conductor del calor, de la electricidad y solamente puede eliminarse o destruirse por trituración mecánica. Es una fibra conocida desde la antigüedad, en que sus propiedades fueron apreciados para diversos usos, como son: mechas para lámparas, abrigos para cremación, guantes aislantes del calor, etc., pero en realidad su uso en la antigüedad no fue muy amplio, debido a la escasez, ya que, no se conocían grandes existencias, ni se tenían medios para utilizar al máximo los yacimientos existentes.

Metales:

Con la mayoría de metales laminables, se pueden formar hilos aunque la mayor parte de ellos no pueden ser considerados como textiles, por falta de flexibilidad y elasticidad, dos de las características fundamentales que debe poseer toda materia textil.

Su elaboración es siempre a base de la operación llamada trefilado en metalurgia, la cual consiste en una serie de laminados, hasta llegar a un diámetro mínimo y con hilos de acero, cobre, latón, etc. se fabrican tejidos bastantes finos que se utilizan como filtros, tamices para varias industrias (harinera, papelera, y otras etc.) .

En tejidos para ornato se emplean en tapicería y los hilos de plata, oro, cobre dorado o niquelado, los cuales a causa de su máxima maleabilidad pueden adquirir gran finura, principalmente el oro, pero casi siempre, o por lo menos, en la mayoría de los casos, los hilos metálicos consisten en hilo de algodón generalmente torcido, cubierto con una delgada lámina de metal.

Moderadamente se usan muchas preparaciones con bases metálicas (aluminio principalmente), combinados con celulosa y plásticos para suplir los hilos metálicos.

### **Fibra de Vidrio:**

En la industria textil moderna se emplean grandes cantidades de hilo. Aunque sea un material producido artificialmente, por su estructura y por su composición, ya que, su base principal son la sílice y el sodio, esta fibra debe ser considerado como mineral.

Se fabrica en hornos especiales a base de "hilos" finamente respirados y reunidos en haz, también en forma de "Fibras Cortas" que toman el nombre de Lana de Vidrio", las que se pueden hilar y tejer posteriormente.

Con el nombre de fibras artificiales, se clasifican todas aquellas fibras que son obtenidas por medios físicos o mecánicos, mediante procesos de integración o desintegración química, pero en los cuales entra como elemento básico a primordial alguna sustancia de procedencia orgánica, vegetal o animal.

Tomando en cuenta los métodos empleados para su fabricación, las características que distinguen a las fibras artificiales de las naturales son su uniformidad y continuidad. Las fibras artificiales son mas uniformes, y su continuidad por lo que respecta a su diámetro es mas uniforme.

### **FIBRAS ARTIFICIALES (1, 5, 10, 15, 16, 26)**

Las fibras artificiales aun dentro de un hilo, no son completamente uniformes en tamaño o sección transversal pero son de contorno regular vistos longitudinalmente, y, en general no posee circunvoluciones, escamas o módulos; las variaciones de una fibra a otra son menores que cualquier materia natural, excepto quizá la seda.

Aunque la continuidad de las fibras artificiales se pierden cuando se cortan en hebras, las hebras artificiales difieren de las naturales por tener dos extremos contactos y de ser una longitud generalmente más uniforme hay también algunas excepciones a esta regla, puesto que los filamentos de seda natural pueden ser tan largos que casi no se distinguen de los continuos y, por otra parte, se han ideado ciertos procesos para producir hebras de fibra sin corte que ya han entrado en el ámbito comercial con la producción de hilados de pseudo fibra de hebra. Entre ellos los más importantes son:

## **2.1.- Fibras Derivadas de la Celulosa.-**

Rayón, es el nombre genérico con que se le conoce a este grupo de fibras, entre las que tenemos: a la nitrocelulosa, viscosa, cuproamoniaca, acetatos y sus derivados.

## **2.2. Fibras Albuminoides o Proteicos.-**

Entre las más importantes de este grupo se tiene: latinol, aralac, merinota, andil, vicana.

## **2.3.- Fibras Algínicas.-**

Fibras producidas a base de algas marinas y musgos.

## **2.1.- Fibras Derivadas de la Celulosa:**

### **2.1.1.- Nitrato de Celulosa**

El nitrato de celulosa o nitrocelulosa, descubierto en 1838, fue comercializado con el éxito por Agatt en 1870. Su producto, celuloide, nitrato de celulosa plastificado con alcanfor, podía conformarse en una gran variedad de productos útiles por la aplicación de calor y presión. La nitrocelulosa encontró aplicación en la manufacturación de explosivos, películas fotográficas, fibras sintéticas (seda chardonnet), barnices para aeroplanos, lacas para automóviles y vidrios de seguridad en todas sus aplicaciones por otros polímeros más adecuados y estables.

El acetato de celulosa, descubierto en 1865, no fue utilizado comercialmente durante varias décadas por su baja solubilidad y falta de capacidad de teñido de los primeros productos de triacetato de celulosa.

En los primeros años del sigloXX, la fabricación de compuestos no tan altamente sustituidos y más fácilmente solubles abrió el camino al desarrollo comercial de las fibras de rayón acetato y de los plásticos de acetato de celulosa.

Posteriormente, se desarrollaron procesos por los que la celulosa misma podía ser disuelta y reprecipitada por tratamiento químico. Estos procesos llevaron a la producción de la fibra de rayón viscosa y de película de celofán,

**Propiedades y Aplicaciones como Fibra:**

La fibra de acetato tradimencional (diacetato) tiene una tenacidad de 1.2 – 1.5 g/ denier, y aproximadamente la misma absorción de humedad que el algodón. Tiende a mancharse menos y lavarse más fácilmente que la viscosa. Dado que el acetato es termoplástico, los pliegues y arrugas pueden fijarse permanente.

Por otro lado, el acetato es menos susceptible a las arrugas y dobleces que la viscosa, por ser mayor su resistencia.

Con el advenimiento de proceso de hilado, el triacetato de celulosa se ha hecho popular como fibra textil. Sus propiedades son mejores que las del diacetato, en: absorción del flujo lento, facilidad de tinte y velocidad de secado. Además por sus nuevas aplicaciones domesticas e industriales.

**2.1.2.- Rayón Viscosa:**

El rayón de viscosa se produce en forma de filamento continuó, de varios deniers o como fibra textil que puede rizarse, que tiene varios deniers y longitudes. Puede ser brillante o adquirir un tono mate. Durante muchos años todos los rayones de viscosa producidas fueron esencialmente de un solo tipo, aunque existieron considerables variaciones entre muestras de diferentes oxigenes.

Este tipo aun constituyen una gran parte de la producción total, puede denominarse rayón textil para distinguirlo de otros industriales y textiles, que actualmente hay en el mercado y que difieren exteriormente por la forma de la sección transversal e internamente por su fina estructura, o sea, en la distribución y longitud de las moléculas de celulosa que los constituyen.

**Propiedades Químicas:**

Las propiedades químicas del rayón de viscosa son las de la celulosa, y con similares a las del algodón y de otras materias celulosicas. Las fibras se carbonizan y arden fácilmente, con un característico olor a papel quemado. Se hinchan en agua y mucho más en soluciones alcalinas moderadamente concentradas, que pueden originar cambios permanentes en su aspecto; son atacados por ácidos y agentes oxidantes, aunque el ataque por estos agentes debe ser bastante intenso antes de causar una diferencia visible en la forma del material. Los disolventes del rayón textil ordinario son los hidróxidos cuproamonio, ciertas soluciones alcalinas en concentraciones de sales concentradas causan hinchamiento o disolución completa.

**Tenacidad Normal:**

El rayón viscosa tiene normalmente una tenacidad de 22.5 g/deniers, algo inferior a la del algodón (3-5 g/ deniers). Su tenacidad en humedad es aproximadamente sólo la mitad de valor seco, pero es todavía adecuada para ser lavado. La absorción de humedad de la viscosa es alrededor del doble de la del algodón.

Su elasticidad no es grande (típicamente, es un alargamiento del 15% a la rotura) y la fibra muestra un carácter viscoelástico considerable. La viscosa de tenacidad normal es principalmente una fibra para vestimenta, pero su popularidad está decayendo.

**Alta Tenacidad:**

Por contraste con el rayón para ropas, se fabrica un producto de alta tenacidad (3-6 g/deniers) por estirado de las fibras en el baño de hilado, hasta casi su punto de rotura. Se introduce de este modo una considerable orientación (y cristalinidad). El rayón de alta tenacidad tiene un alargamiento y absorción de humedad menores que el material para vestimenta y se utiliza casi exclusivamente para cordones de neumáticos.

**2.1.3.- Rayones Cuproamoniacaes:**

En la manufactura de este tipo de rayón, una solución de celulosa, procedente de la pulpa de madera purificada o de borra de algodón, en hidróxido de cuproamoniaco se hace pasar el agua y se trata luego. La celulosa precipita en forma de filamentos cilíndricos, que son sometidos a un gran estirado durante el proceso de coagulación. Los filamentos se tratan a continuación con ácido sulfúrico diluido para eliminárseles las sales de cobre, se lavan con agua y finalmente se tratan con agentes lubricantes o suavizantes antes del secado.

Durante el proceso de coagulación, los filamentos hacen contacto unos con otros cuando todavía mantienen su plasticidad, lo cual da lugar a secciones ligeramente poligonales y alguna adhesión entre los filamentos; que, sin embargo, se rompen durante los tratamientos mecánicos subsiguientes.

La estructura de la fibra es más abierta que la del rayón viscosa, por ejemplo el tamaño del poro es mayor, de manera que los colorantes directos que se difunden más rápidamente en el rayón cuproamoniaco que en el rayón de viscosa.

### **2.2.1.- Fibras de proteína Regenerada:**

#### **Caseína (fibrolana BX, fibrolana XL, Merinova.**

Las fibras de proteína regenerada, son producto de la caseína, se obtienen por productos de extrusión humedad, en los cuales una disolución alcalina de la proteína se coagula al pasar a través de un líquido ácido.

Las fibras reciben un tratamiento de endurecimiento con formaldehído a benzaldehído más sales metálicas para reducir su hinchamiento en un medio ácido y mejorar su resistencia a los álcalis, las secciones transversales son casi redondas, con ligeras mellas. Estas fibras se emplean como metales textiles, en mezcla con otras fibras para fabricación de algodón, en hilaturas de lana o estambres y en fieltros.

Las fibras de la caseína son normalmente de un color crema claro y dan reacciones de coloración similares a las de las fibras animales. Las fibras son insolubles en ácido clorhídrico concentrado, al calentar este ácido la fibrolana y merinova dan un color marrón pálido o púrpura respectivamente, mientras que la seda da una coloración casi incolora. Cuando se hidroliza el formaldehído que se libera puede determinarse en el hidrolizado.

### **2.3.1.- Fibras de Alginato:**

Estas fibras tienen el contorno dentado, con partes lisas en las cuales fueron comprimidas dos o más fibras durante su manufactura en estado plástico.

Actualmente, solo se produce a escala comercial la fibra de alginato de calcio, que no es inflamable debido a su alto contenido en metales.

Aunque el hilo de alginato de calcio encuentra su mercado principal, en aquellas aplicaciones para las cuales su solubilidad alcalina representa una ventaja práctica, por ejemplo en las labores de punto y en la manufactura de estambre de poco peso, pueden producirse fibras resistentes a los álcalis por tratamiento en condiciones apropiadas, con ácido clorhídrico básico de berilio o cromo o formaldehído.

La fibra de alginato de calcio se identifica fácilmente por su alto contenido en cenizas y su fácil gelatinización, seguida de disolución en una solución de bicarbonato de sodico.

### **3.- FIBRAS SINTÉTICAS**

#### **Definición:**

Las fibras de polímeros sintéticos, se obtienen de una amplia variedad de sustancias poliméricas producidas eternamente por síntesis químicas; se diferencian por tanto, de otras fibras manufacturadas, como las que se derivan de la generación de los poliméricas naturales, tales como: celulosa. Actualmente se producen comercialmente fibras hechas de poliamidas, poliéster, poliuretano, poliolefina, poliacrilonitrilo, y otros polímeros de tipo vinílico, entre las cuales predominan las que proceden de las poliamidas.

Una de las características especiales de la fabricación de casi todas las fibras de polímero sintéticos, es que, después del proceso inicial de extracción necesitan un pequeño alargamiento o proceso destinado a incrementar grandemente la orientación de la estructura molecular de la fibra, con lo que, aumenta su tenacidad y las fibras sintéticas tienen normalmente su sección transversal circular, se tiende cada vez más a producir fibras con secciones de otro tipo.

Para ser útil como materia textil, un polímero sintético debe tener características adecuadas con respecto a varias propiedades físicas. Entre estas se incluyen un elevado punto de reblandecimiento, que permite el planchado, una resistencia a la tracción adecuada en un intervalo regularmente amplio de temperaturas, solubilidad o capacidad de fusión para hilado, un elevado modulo o rigidez y buenas cualidades textiles. (1, 4, 10, 12,26).

#### **Polietileno:**

En el primer polímero comercial de etileno, fue el polietileno ramificado, comúnmente denominado material de baja densidad o alta presión para distinguirlo del material esencialmente lineal. Tras un periodo de crecimiento relativamente lento, que culmino con la producción en los Estados Unidos de América de menos de 100 millones de Lb. en 1952 el volumen anual de polietileno de baja densidad ha aumentado rápidamente. El polietileno llevo a ser en 1959 el primer plástico, con una producción superior a los 1000 millones de Lb. unas 14 compañías produjeron en 1969 más de 3500 millones de Lb. a precios cercanos a 0.10 \$/Lb.

El polietileno se produjo por primera vez en los laboratorios del Imperial Chemical Industries LTD. (ICI), Inglaterra, en un experimento fortuito en que el etileno (y otras sustancias químicas que permanecieron inertes), fueron sometidos a 1400 atm. De presión a 170°C., trazas de oxígeno hicieron que la polimerización tuviera lugar. (1, 5, 10,16).

#### Obtención del Polietileno:

El etileno, puede obtenerse por deshidratación del etanol o por hidrogenación del acetileno. No obstante cuando produce el monómero por cracking de etano o propano seguido de procesos de purificación. Los altos polímeros de etileno se fabrican comercialmente a presiones entre los 1000 y 3000 atm (15000-45000 psi) o posiblemente mayores, y a temperaturas que alcanzan 250°C.

Trazas de oxígeno inician la polimerización del etileno con facilidad y pueden tener lugar reacciones exotérmicas rápidas produciendo explosiones violentas. Muchas otras de las impurezas posibles en el monómero, tales como el hidrógeno y el acetileno, actúan como agentes de transferencia de la cadena y deben ser eliminadas cuidadosamente, si se desea obtener productos de alto peso molecular. Además del oxígeno, se han utilizado como iniciadores, peróxidos (benzoilo, dietilo), hidropéroxidos y azócompuestos.

#### Propiedades Físicas Generales:

Las propiedades mecánicas el polietileno de baja densidad están entre las de los materiales rígidos como el poliestireno y las de los polímeros flexibles plastificados como los vinílicos. El polietileno posee una buena tenacidad y flexibilidad en amplio intervalo de temperaturas. Su densidad decrece bastante rápidamente a temperatura por arriba de la ambiente y los grandes cambios dimensionales resultantes crean dificultades en algunos métodos de fabricación. El relativamente bajo punto de fusión cristalino (alrededor de 115°C para los materiales típicos) limita el intervalo de temperaturas de buenas propiedades mecánicas.

Las propiedades eléctricas del polietileno son excepcionalmente buenas, probablemente próximas a las del politetrafluoretileno para su empleo en alta frecuencia. En secciones gruesas, el polietileno es translucido debido a su cristalinidad, pero en películas delgadas se logra una buena transparencia.

### Propiedades Químicas:

En el polietileno es químicamente muy inerte. No se disuelve en ningún disolvente a temperatura ambiente, pero líquidos tales como benceno y el tetracloruro de carbono, que son disolventes suyos a temperaturas superiores, lo hacen hincharse ligeramente. Tiene una buena resistencia a los ácidos y álcalis, a 100°C no es afectado en 24 horas por el ácido sulfúrico o el clorhídrico, pero el ácido nítrico concentrado lo carboniza. Se utiliza frecuentemente como recipiente para ácidos incluido el fluorhídrico.

El polietileno envejece expuesto a la luz y al oxígeno con pérdidas de resistencia, alargamiento, y resistencia al desgarro. Probablemente el punto de ataque son los hidrógenos terciarios de la cadena en los puntos de ramificación. Los estabilizadores retardan la deterioración, pero solo unos pocos son suficientemente compatibles con el polímero para tener un efecto notable el comportamiento a la intemperie del material pigmentado con negro de humo es bastante bueno. Se produce también en el polímero un cierto entre cruzamiento cuando se calienta o trabaja a temperaturas elevadas. Poco plastificantes u otros aditivos son compatibles con el polietileno en cantidades mayores al 11% más o menos.

### Aplicaciones:

En películas y láminas, casi el 50% de el polietileno producido se consume de esta forma.

Más de los tres cuartos de la producción de la película de etileno se aplican en el empaquetado, incluyendo bolsas, sacos, y envolturas, para víveres, textiles, mercancías, alimentos congelados y perecederos, y muchos otros productos.

También es utilizado en la fabricación de cortinas y manteles, aplicaciones extensas en la agricultura (invernaderos, cubiertas para los cultivos, forros de tanques, envases, corrales, tela para mosquiteros, etc.) y en la construcción.

Moldeo por inyección: la producción de utensilios domésticos y juguetes por moldeo por inyección, consume un 13% de la producción de polietileno.

### Aislamiento de Cables Eléctricos:

El polietileno ha venido a cubrir la vieja necesidad, de que un material aislé eficazmente los conductores electrónicos, sin producir pérdidas eléctricas a alta frecuencia. En esta forma se consume alrededor del 10 % del polietileno fabricado.

### Revestimiento:

Aproximadamente el 10 % del polietileno se emplea para revestimientos. En el revestimiento por extrusión de láminas, papeles y otras películas, se consumen grandes cantidades de polietileno.

### Moldeo por soplado:

La producción de botellas “estrusables” y recipientes industriales de moldeo por soplado, supone un 2% de la producción de polietileno. La flexibilidad, bajo costo y resistencia a la corrosión y a la rotura, son cualidades importantes en esta utilización.

### **Polipropileno: (1, 10, 15, 16, 20,26).**

Con la utilización comercial de la polimerización por coordinación en 1957, se hizo posible la producción de polipropileno. En década siguiente, este se ha convertido en uno de los principales plásticos mundiales, con una producción en los Estados Unidos, de alrededor de 1000 millones de Lb en 1969, a un precio aproximado de 0.20 \$/Lb.

### Polimerización:

La polimerización del polipropileno un subproducto gaseoso de la refinación de gasolina alquilada, se realiza con un catalizador de coordinación en forma de dispersión coloidal, haciendo reaccionar clásicamente, un alquilo de aluminio y  $TiCl_4$  en un disolvente tal como el heptano. El etileno, el propileno y otras alfa – olefinas, pueden polimerizarse en el mismo equipo con muy ligeras modificaciones, lo que permite una gran flexibilidad de operación. Los catalizadores y las condiciones de operación deben seleccionarse cuidadosamente, para asegurarse de que lo producido sea solo propileno isotáctico.

### Estructura:

El polipropileno puede fabricarse en forma isotáctica, sindiotáctica o táctica. La cristalizabilidad del polipropileno isotáctico le hace ser la única forma con propiedades de interés comercial. El polipropileno isotáctico es un polímero esencialmente lineal, altamente cristalino, con un punto de fusión de 165°C.

La estructura regular de los polímeros resultantes principalmente de las poli (alfa-olefinas), fue estudiada por NATTA (1955), para describir los polímeros estereorregulares de este tipo.

Para descubrir esta nomenclatura, se coloca al polímero en su conformación en zig-zag plan, completamente plana (todo trans), la configuración resultante cuando todos los grupos sustituyentes R del polímero de vinilo quedan por encima (o por debajo) del plano de la cadena principal se llama isotáctica. Si los grupos sustituyentes quedan alternativamente por encima y por debajo del plano, la configuración se llama sindiotáctica, mientras que la secuencia de posiciones al azar se dice que lleva a la configuración atáctica.

#### Propiedades;

El polipropileno es más ligero de los plásticos importantes, con una densidad de 0.905. Su alta cristalinidad le proporciona una elevada resistencia a la tracción, rigidez y dureza.

La elevada relación de resistencia a peso resultante, es ventajosa para muchas aplicaciones. Los artículos acabados tienen usualmente un brillo nuevo y una alta resistencia al determinado. El elevado punto de fusión del polipropileno, permite que las piezas bien moldeadas sean esterizables y el polímero conserva una alta resistencia a la tracción a temperaturas elevadas.

La resistencia al impacto a baja temperatura del polipropileno, es un tanto sensible a las condiciones de fabricación y ensayo. Esta sensibilidad es un resultado de la presencia de una transición alfa dominante, en el propileno alrededor de 0°C, que produce una marcada pérdida de rigidez en las proximidades de esta temperatura. En el polietileno de alta densidad, la transacción dominante es la transición del movimiento molecular inferior. Así, la restricción del movimiento molecular que conduce al comportamiento frágil tiene lugar en el polipropileno a una temperatura no muy inferior a la ambiente, en tanto que en el polietileno se produce a una temperatura mucho más baja.

Para salvar el problema de la fragilidad, se hace ampliamente uso de copolímeros, tanto aleatorios como de bloque que propileno con etileno. Los copolímeros de bloques son los más resistentes al impacto y se utilizan en aplicaciones de moldeo por inyección.

Para conservar la transparencia en las aplicaciones para películas, se emplean los polímeros al azar, mientras que para filamentos se utiliza casi exclusivamente el homopolímero.

El polipropileno posee excelentes propiedades eléctricas y el carácter químico inerte, así mismo, la resistencia a la humedad típicos de hidrocarburos, se halla completamente libre de cuarteamiento por tensiones ambientales. No obstante, es inherentemente menos estable al calor, la luz y los ataques oxidantes, que el polietileno y debe estabilizarse con antioxidantes y absorbentes de la luz ultra violeta para que su procesamiento y comportamiento a la intemperie sean satisfactorios. Las formulaciones resultantes satisfactorios, incluso para aplicaciones tales como alfombras, interiores exteriores, pero son más caras.

Aplicaciones:

Las aplicaciones de los moldeados por inyección, incluida la amplia utilización en el campo del automóvil y herramientas, suponen casi la mitad de la producción de polipropileno. Otro tercio se emplea como filamentos (sogas, cordelería y redes) y fibras para alfombras. Su uso para películas queda muy por detrás de estos.

#### **Fibras Acrílicas: (1, 2, 4, 10, 20,26).**

Las fibras acrílicas son polímeros que contienen por lo menos un 85% de acrilonitrilo. Otros monómeros se emplean con frecuencia en pequeñas cantidades, para hacer el polímero susceptible de ser teñido con los colorantes textiles convencionales. Los monómeros comunes son el acetato de vinilo, los esteres acrílicos y la vinil pirrolidona. Esta última, puede utilizarse como homopolímero en una mezcla o injertarse en una cadena medular de copolímero. Una clase genérica de fibras íntimamente relacionada con los acrílicos, es la de las fibras modacrílicas, que contienen 35-85-% de acrilonitrilo y usualmente 20%, o más de cloruro de vinilo o cloruro de vinilideno.

Poliacrilonitrilo:

El Poliactilnitrilo puede sintetizarse bien, por adición catalítica directa de ácido cianhídrico a acetileno, o bien por la adición de ácido cianhídrico u óxido de etileno para dar cianhidrina de etileno, y posterior de hidratación. El monómero es soluble en agua hasta un 7.5% a la temperatura ambiente, y la polimerización se lleva a cabo normalmente en disolución acuosa por medio de una iniciación redox. El polímero precipita del sistema como un polvo fino.

Durante el periodo en que los otros polímeros de vinilo eran desarrollados comercialmente como plásticos y como fibras, el Poliacrilonitrilo era considerado un material inútil porque no podía ser disuelto o plastificado. Se reblandece sólo ligeramente por debajo de su temperatura de descomposición, y por ser el polímero insoluble en el monómero, no podía ser polimerizado en formas útiles por colado.

Esta imposibilidad de tratamiento, se atribuyó durante cierto tiempo a un entre cruzamiento de los requisitos para la solubilidad de los polímeros llevó a una búsqueda intensiva (HOUTZ 1950) de moléculas que pudieran interaccionar con los altamente polares grupos  $-C=N$  y causar la disolución del polímero.

Se descubrieron algunos, de tales disolventes, entre ellos la dimetil – formamida y la tetrametil – sulfona. Algunas disoluciones acuosas concentradas de sales, tales como el tiocianato de calcio, disuelven también el poliacrilonitrilo. Con estos disolventes disponibles, se han utilizado con este polímero las técnicas del hilado tanto en húmedo como en seco.

#### Propiedades de las Fibras Acrílicas:

Las fibras acrílicas exhiben las propiedades de elevada resistencia, rigidez, tenacidad, resistencia a la abrasión, resiliencia y vida flexural asociados a las fibras sintéticas como clase, son relativamente insensibles a la humedad y tienen buena resistencia a las manchas, a los agentes químicos, a los insectos y los hongos. Su comportamiento a la intemperie es extraordinariamente bueno. En forma de filamento continuo se considera que tiene mejor tacto, en tanto que como fibra cortada de hebras rizadas son notables por su voluminosidad y por poseer un confort similar a la lana.

En muchos aspectos las fibras acrílicas son similares a las fibras que contienen cloro y a las fibras de condensación.

**Polímeros que contienen Cloro: (1, 15, 16, 20,26).**

Los polímeros y copolímeros de cloruro de vinilo y cloruro de vinilideno, son de uso muy extendido como plásticos y como fibras. En el comercio se conoce a estos polímeros como los "vinilos" o resinas vinílicas". Fue en un tiempo el grupo más amplio de materiales termoplásticos, las resinas de vinilo han sido sobrepasadas en volumen en los últimos años, por los polímeros olefinicos y casi igualados por las resinas de tipo estireno.

**Policloruro de Vinilo:****Monómero:**

El cloruro de vinilo es gas que hierve a  $-14^{\circ}\text{C}$ . Se produce corrientemente por un proceso de dos etapas, en el que se hace relacionar primero al etileno catalíticamente cono ácido clorhídrico reciclado.

El proceso más antiguo en el que se adiciona HCL, a acetileno está hoy pasado de moda.

**Obtención del Cloruro de Polivinilo:**

La polimerización en su suspensión es el método más común de preparar el policloruro de vinilo, de el que procede la mayoría del material utilizado para moldeo, extrusión y calandrado. La polimerización en emulsión, segunda en importancia, se emplea extensamente para producir las resinas vinílicas utilizadas en plastisoles y organosoles.

**Estructura:**

El Policloruro de vinilo es material parcialmente sindiotáctico, con la suficiente irregularidad de estructura para que la cristalinidad sea bastante baja. Su caracterización estructural se complica, por la posibilidad de ramificación de la cadena y la tendencia del polímero a asociarse en disolución.

**Estabilidad:**

El Policloruro de vinilo es bastante inestable al calor y a la luz. La iniciación térmica implica la pérdida de un átomo de cloro, adyacente a alguna anomalía estructural que reduce la estabilidad del enlace C-Cl tal como la instauración terminal (GRASSIE 1964). El radical de cloro. La reacción puede iniciarse también por la luz ultravioleta, que es absorbida por las estructuras insaturadas con liberación de un átomo de cloro adyacente. En presencia de oxígeno ambas reacciones de la cadena se aceleran y se forman estructuras cetónicas en la misma.

Casi invariablemente se añaden estabilizadores para mejorar la estabilidad del polímero al calor y a la luz. Se usan sales metálicas de plomo, bario estaño o cadmio. Los óxidos hidróxidos o sales de ácidos grasos son muy eficaces. Los plastificantes epoxis ayudan a estabilizar la resina. La aceptación de radicales libres parece ser un mecanismo prominente de la estabilización. Se han usado aceptadores de HCl, pero las reacciones de degradación no son auto catalíticas, como había sido previamente supuesto.

**Aplicaciones:**

Alrededor de una tercera parte de las resinas de vinilo producidas, se emplean productos calandrados, mayormente películas, laminas y revestimiento para suelos. Estos pueden ser cloruro de polivinilo o copolímeros, que contienen aproximadamente 5% de acetato de vinilo, plastificados con un 20- 30% de un plastificante, como el dioctil ftalato, las películas y las láminas son familiares en impermeables para la lluvia, bolsas, cortinas para duchas, envoltorios de alimentos, etc.

Otro tercio de los vinilos se usa en aplicaciones de extrusión. De este material se emplea mucho para aislamiento de hilos y cables eléctricos. Una composición típica podría ser cloruro de polivinilo con alrededor del 30% del plastificante, 5% del estabilizante y algún relleno o pigmento. Dichas resinas son bastantes resistentes al fuego. Especialmente se utiliza un plastificante de fosfato. Se "extruyen" directamente rodeando el cable, a unos 180°C.

Otro gran campo de los vinilos son los tejidos recubiertos. Las aplicaciones más comunes son para tapicerías e impermeables para la lluvia.

Otra parte importante de la producción de resinas de vinilo se utiliza para revestimiento de suelos. En la práctica se aplica un plastisol a una base de papel, se cubre con una película protectora de vinilo, y a continuación se aplica a una base de fieltro. Las aplicaciones de moldeo, incluidos los discos de fonógrafo de vinilos, y otros productos se plastisoles son también aplicaciones importantes de los vinilos.

### Fibras que contienen Cloro:

#### Composiciones:

El uso del cloruro de polivinilo como fibra fue patentado ya en 1913 y el material se comercializó en 1831. Fue retirado pronto a favor de polímeros modificados con mejor solubilidad, incluidos Policloruro y vinilo clorado y los copolímeros del cloruro de vinilo con cloruro de vinilideno y acetado de vinilo.

Actualmente los materiales de mayor interés en esta clase de fibras que contienen cloro, son los copolímeros de aproximadamente 60% de cloruro de vinilo y 40% de acrilonitrilo y alrededor del 85% de cloruro de vinilo y 15% de acetato de vinilo. Ocasionalmente, se usan otros comonómeros. Las clases genéricas de fibras de este grupo incluyen el vinyon, que contiene más del 85% de cloruro de vinilideno, y los modacrílicos.

#### Propiedades y Aplicaciones:

Las fibras que contienen cloro son por lo usual modernamente cristalinas, se estiran normalmente mientras están calientes de cinco a quince veces de largo primitivo, para aumentar su resistencia y reducir su extensibilidad. Como las fibras acrílicas y los de condensación, son insensibles a la humedad y tienen una elevada resistencia a las arrugas y buena resistencia a los agentes químicos, insectos, hongos, y similares.

#### Las poliamidas.

La palabra nylon de invención reciente, ha sido aceptada como nombre genérico de las poliamidas sintéticas. Los nylones se describen por sistema de numeración, que indica el número de átomos de carbono de las cadenas de monómero.

Los polímeros de aminoácidos, se designan por único número, como nylon 6, para el poli (ácido - w amino - caproico), policaprolactama. Los nylones de diaminas y ácidos dibásicos, se designan por dos números, el nylon representa a la diamina, como nylon 66 para el polímero de hexametildiamina y ácido adípico, y nylon 610 para el de hexametildiamina y ácido sebácico. De la máxima importancia comercial son los nylones, 6, 66, 610, y 11 y el poli (ácido- w- aminoundecanoico) y sus copolímeros.

## **Nylon 66. (Polihexametilen adipamida)**

### **Producción:**

El ácido adípico puede obtenerse a partir de un gran número de sustancias químicas, entre ellas el ciclohexano acetileno y tetrahidrofurano.

Un proceso comercial comprende la oxidación del ciclohexano por el aire hasta una mezcla de ciclohexanona y ciclohexanol. La mezcla se oxida a ácido adípico por tratamiento catalítico con ácido nítrico.

La hexametildiamina puede hacerse a partir del ácido adípico por deshidratación catalítica, en presencia de amoníaco para dar adiponitrilo, seguida de una hidrogenación. Puede hacerse también a partir de acetileno tetrahidrofurano o butadieno.

La cinta se corta a continuación en cubos, producto acabado para los materiales plásticos. Para su utilización como fibra, el polímero se hila fundido.

### **Propiedades:**

Como plástico al igual que como fibra, el nylon 66 se caracteriza por la combinación de elevada resistencia, elasticidad, tenacidad, y resistencia a la abrasión. Las buenas propiedades mecánicas se conservan hasta los 150°C, aunque el límite más adecuado a bajas temperaturas conserva bien la tenacidad y la flexibilidad.

La resistencia del nylon a los disolventes es buena, solamente los fenoles, cresoles y el ácido formico disuelven al polímero a temperatura ambiente. Los ácidos fuertes lo degrada algo. El polímero se decolora al aire a temperaturas alrededor de 130°C y se degrada por hidrólisis a elevadas temperaturas. Sus propiedades de comportamiento a la intemperie, son solo regulares a menos que haya sido especialmente estabilizado o pigmentado con negro de humo. El nylon tiene un peso específico moderadamente bajo, 1.14, su resistencia a la humedad es mediana; la humedad actúa como plastificante aumentando su flexibilidad y dureza. Las aplicaciones eléctricas del nylon, están restringidas para las bajas frecuencias, debido a los grupos pobres del polímero.

### Aplicaciones como Fibra:

Casi la mitad del total de fibra de nylon producida se destina a cordones para neumáticos. La mayoría de los neumáticos para automóviles de turismo llevan cordones de rayón o poliéster, pero el cordón de nylon domina la mayoría del mercado de repuesto y casi la mitad del volumen total.

Otros usos industriales del nylon son: sogas, fibras, cordones en los que la alta tenacidad y buena elasticidad son importantes, tejidos para correas de transmisión filtros, en los que se requiere resistencia a la abrasión y al ataque químico.

Las aplicaciones del nylon para vestimenta incluyen: medias, ropa interior y vestidos.

Un módulo bajo y una buena elasticidad unidos a resistencia y dureza son necesarios para esta aplicación.

La posibilidad de dar al nylon una deformación permanente, por un proceso de recocido alrededor de 100°C, ha sido utilizada en la producción de prendas con plegado permanente y calcetería preformada.

### **Policaprolactama Nylon 6.**

La caprolactama puede sintetizarse de un gran número de maneras. Una que ha sido utilizada comercialmente, aplica la oxidación del ciclo hexano o ciclohexanona, de la que se obtiene la oxima. Esta oxima reacciona por transposición de Beckman para dar caprolactama. La polimerización de caprolactama, se lleva a término por adición de agua a temperatura elevada, puede utilizarse una autoclave o un reactor continuo.

La policaprolactama esta en equilibrio con alrededor de un 10% de monómero, que debe eliminarse lavando con agua antes de que el polímero pueda ser hilado.

A la temperatura de hilado se forma más monómero para restablecer el equilibrio, que debe ser eliminado de nuevo para lograr buenas propiedades del hilo.

La caprolactama puede polimerizarse también mecanismos se cadena iónica. La reacción puede realizarse por debajo de punto de fusión del nylon a la presión atmosférica, lo que hace a esta técnica muy atractiva para la producción de artículos colocados grandes.

Las propiedades de la policaprolactama son: en general, similares a las del nylon 66, pero que tiene el punto de fusión cristalino más bajo (225°C frente a 265 °C para el nylon 66) y es algo más blando y menos rígido. La principal aplicación de este polímero es para cordones de neumáticos.

#### **Nylon 610. Polihexametilen sebacamida:**

Este polímero ha sido utilizado como fibra textil, pero tiene varias propiedades que lo hacen adecuado para monofilamentos (cepillos, material deportivo y cerdas). Los segmentos hidrocarbonatos del ácido sabático, dan al polímero un punto de fusión más bajo (215 °C), y una menor absorción de humedad. De este modo al estar mojado conserva mejor su rigidez y propiedades mecánicas que el nylon 66.

#### **Poliésteres:**

Las propiedades de bajo punto de fusión y alta solubilidad, hicieron que Carothers rechazase los poliésteres lineales alifáticos, como candidatos para formar fibras aun hoy en día no existe ningún producto comercial basado exclusivamente en estos polímeros. La acción rigidificante del grupo p- fenileno en la cadena de un polímero, conduce no obstante, a puntos de fusión elevados y buenas propiedades para formar fibra. Los poliésteres comercialmente importantes están basados en dichos polímeros, de lo que el polietereftolato de etileno, es el producto principal.

Estos polímeros se utilizan tanto para películas como para fibras, con una producción ligeramente superior a los 1000 millones de Lb. de fibra corta para hilar y unos 325 millones de Lb. de monofilamento.

#### **Obtención del Poliéster y Propiedades:**

La producción de poliésteres de alto peso molecular difiere algo de las poliamidas similares. En el caso de los nylones, el equilibrio químico favorece a la poliamida bajo condiciones de polimerización rápidamente alcanzables.

La equivalencia estequiométrica, se logra fácilmente por el uso de sales y las reacciones de intercambio de los amidos son lentos. En la formación de poliésteres, sin embargo, el equilibrio es mucho menos favorable y la equivalencia es más difícil de conseguir pues no se forman sales.

Más aun los ácidos aromáticos dibásicos, son muy difíciles de purificar debido a su baja solubilidad y elevado punto de fusión.

Se ha hecho frente a esta situación, aprovechando la rapidez de las reacciones de transesterificación. El ácido, como ácido tereftálico, se transforma en éster dimetílico que puede purificarse fácilmente por destilación o cristalización. Se le deja entonces que reaccione con el glicol por transesterificación. En la práctica se utiliza un glicol de bajo peso molecular, con exceso de glicol para asegurar la aparición de los grupos terminales hidroxilo. A continuación se eleva la temperatura y se disminuye la presión, para efectuar la condensación de estas moléculas, por intercambio de éster con la pérdida del glicol.

En la producción de polietilenteftalato y eftalato el ácido tereftálico se hace por oxidación de p - xileno. El paso de polimerización es similar al de las poliamidas en lo que concierne a equipo y condiciones, el polímero que sale del autoclave en estado fundido, se enfría por inmersión aunque hasta más bajo de su punto de transición vítrea a unos 80°C y es amorfo. La cristalinidad se desarrolla al calentamiento; el punto de fusión cristalino es 265°C. Polímetro se hila a partir del fundido.

Debido a su elevado punto de fusión cristalino y temperatura de transición vítrea, el politereftalato de etileno conserva buenas propiedades mecánicas, a temperaturas de hasta 150 - 175°C., su resistencia química a los disolventes, es buena, siendo similar a la de nylon.

Aplicaciones como fibra:

Las propiedades de la fibra politereftalato de etileno, que influyen en su empleo, son sobresaliente resistencia al plegado y recuperación de las deformaciones causadas por el uso, y su baja absorción de la humedad.

Como resultado, las prendas hechas de fibras de poliéster, son muy resistentes a las arrugas y pueden lavarse repetidamente sin necesidad de planchado subsiguiente.

Los elevados módulos de las fibras de poliéster y su resistencia a las arrugas, recuerdan a los de la lana, pero las fibras completamente orientadas de poliéster, son demasiado rígidas para tener el tacto terso, pero suave de la lana. Es posible, no obstante, impartir a los Poliésteres esta propiedad controlando la cristalinidad y orientación de modo que la curva tensión - deformación sea similar a la de la lana.

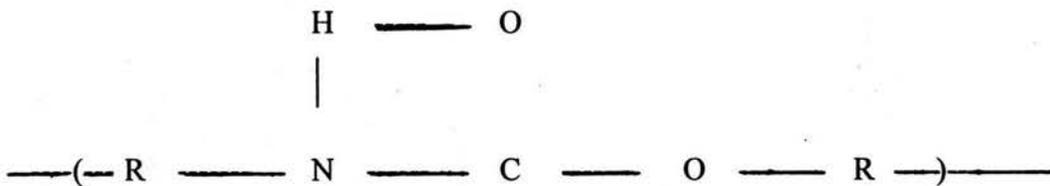
Esto se hacen la producción de fibra de poliéster para hilar, en las fibras de poliéster raramente se utilizan sales, sino, que, se mezclan con algodón a la lana para hacer trajes de verano o de entre tiempo u otros artículos. Con ello, se han estabilizado nuevos criterios a las posibilidades de las prendas de vestir a través del concepto de "lavar y poner"

Las fibras de poliéster son únicas entre las fibras sintéticas por su capacidad de formas fieltros, estos productos son superiores a los fieltros de lana, en resistencia a la temperatura, a la abrasión y al encurtido.

La fibra de poliéster es en la actualidad, muy popular como cordón para neumáticos, con más del 20% del mercado, en gran parte como sustituto del rayón. No obstante, ésta puede ser una situación temporal si la popularidad del vidrio para idéntico fin aumenta de la forma prevista.

### **Poliuretanos:**

Los poliuretanos son polímeros que contienen el grupo



Formando típicamente por medio de la reacción de una disocianato y un glicol:



Los polímeros formados de esta manera, son útiles en cuatro tipos principales de productos:

- Espumas
- Fibras
- Elastómeros
- Recubrimientos

### Espumas de Uterano:

En la producción de las espumas de uterano, los grupos isocianato en exceso del polímero, reaccionan con agua o ácido carboxílicos para producir dióxido de carbono, que origina la espuma, al mismo tiempo que se efectúa al entrecruzamiento.

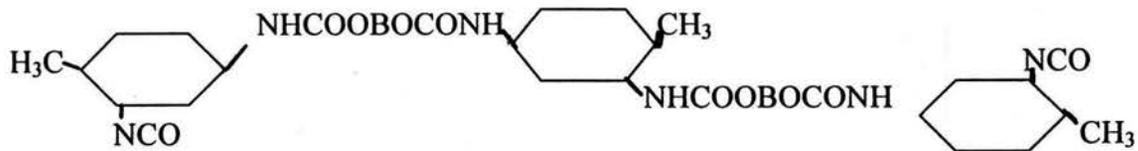
Las espumas de uterano pueden hacerse en forma flexible o rígida, según la naturaleza del polímero y el tipo de enlaces cruzados producidos.

### Elastómeros.

Los elastómeros de poliuretano se fabrican en varios pasos. Se prepara primeramente un intermediario básico en forma de polímero de bajo peso molecular (1000- 2000) con grupos terminales hidróxilo. Puede ser este el poliéster, tal como, el formado a partir de glicol etilénico ácido atípico, un poliéster o un producto mixto poliéster- poliamida.

El intermediario básico, que se designa por B, se hace a continuación reaccionar con un diisocianato aromático para dar un prepolímero. Los asociatos típicos son el 2,4 diisocianato de tolilo, el 4-4- diisocianato de bencilo y el 1,5 diisocianato de naftaleno

Utilizando el primero como ejemplo puede representar un pro polímero típico como:



El elastómero se vulcaniza a través de los grupos de isociano por reacción con glicoles, diaminas, diácidos o aminoalcoholes. Se utiliza agua de elimina dióxido de carbono durante el entrelazamiento como la producción de las espumas de uretano.

Los elastómero de poliuretano son notables por una extremadamente buena resistencia a la abrasión y dureza, combinadas con buena elasticidad y resistencia a las grasas, aceites y disolventes. Se utilizan para cubiertos de neumáticos de una vida inusitadamente larga y son ampliamente utilizadas en las aplicaciones que se requieren una resistencia a la abrasión excepcional, tales como los tacones de zapatos y ruedas industriales pequeñas.

### **Fibras:**

Fibras de poliuretano de una elasticidad excepcionalmente alta se utilizan para prendas de corsetería y trajes de baño ligero. Han reemplazado en esta aplicación al hilo de caucho de latex.

## MÉTODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS

**MATERIAL.-** Se trabajaron 2 grupos de muestras:

Grupo 1.- Este grupo consistió de 19 muestras conocidas, los cuales catalogaron como de referencia, y fueron adquiridas comercialmente.

Grupo 2.- El segundo grupo estuvo formado por muestras problema desconocidas, mismas que se clasificaron en 2 subgrupos.

Subgrupo 2.1- En este subgrupo 13 muestras desconocidas encontradas en diferentes lugares de hechos, las cuales se trataron de identificar de acuerdo a sus características físicas y químicas.

Subgrupo 2.2- Correspondientes a este subgrupo se examinaron 16 partes de muestras, las cuales se encontraron en diferentes lugares de hechos como las anteriores, se examinaron comparativamente entre si con el fin de determinar si eran iguales ó diferentes.

Las muestras correspondientes al grupo 1, se clasifican de la siguiente manera.

Fibras de Origen Animal

Lana  
Seda  
Pelo de caballo  
Pelo de conejo

Fibras de Origen Mineral

Fibras de Origen vegetal

Algodón  
yute  
Cáñamo  
Coco

Vidrio  
Asbesto  
Metálica

Fibras artificiales

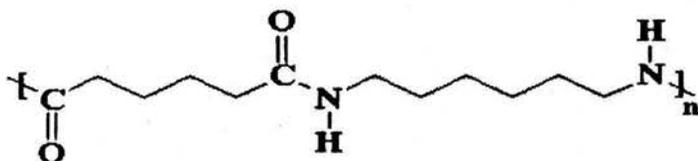
Rayón

Fibras Sintéticas

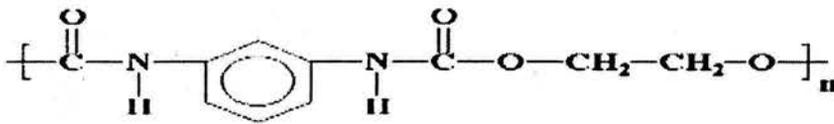
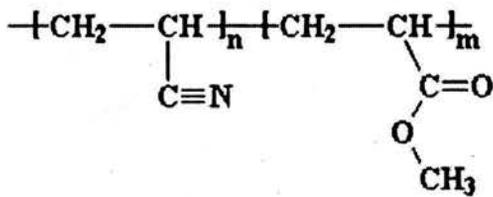
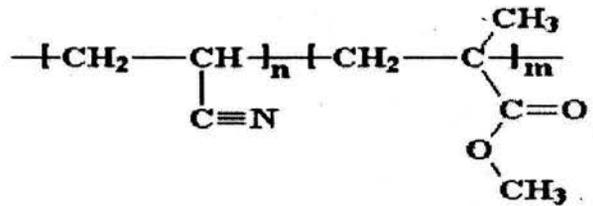
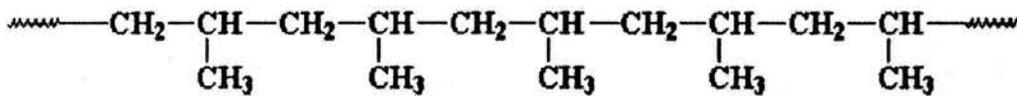
Nylon  
Poliéster  
Poliétileno  
P.V.C.  
Poliuretano  
Acrilan  
Polipropileno

Formulas de las fibras sintéticas estudiadas:

**NYLON:**





**POLIURETANO:****ACRILAN:****poly(acrylonitrile-co-methyl acrylate)****poly(acrylonitrile-co-methyl methacrylate)****POLIPROPILENO:****isotactic polypropylene**

Para un análisis de las fibras correspondientes al grupo uno, utilizando en este trabajo con material de referencia, se siguieron los siguientes pasos: Recolección, conversación y preparación de las muestras de fibras.

## **2.1 Recolección:**

Las muestras fabricadas con fibras vegetales, artificiales, sintéticas y de origen mineral se adquieren en diferentes casas comerciales, las fibras de origen animal se obtuvieron de sus respectivas especies animales, con excepción de la seda que se obtuvo de producto de terminado (tela)

### **Conservación de la muestra:**

Las muestras recogidas en el lugar de los hechos o adquiridas en casa comerciales se etiquetan con los siguientes datos. No. de Averiguación previa, domicilio, fechas, delito que se investiga, sitio donde se encontró. Cada vez que sea necesario utilizar un ejemplar de las fibras, toma una sección de esta con extrema precaución para evitar perderla o bien, confundirla con otra fibra.

### **Preparación de la muestra:**

Para llevar a cabo el estudio de cada una de las muestras, es necesario que este exentas de grasa, goma y de los diferentes agentes de acabado, esto se logra de la siguiente manera:

Se toma una sección de la muestra problema, con pinas de disección, se sumerge en una solución al 2% de jabón Extran (Merck), posteriormente hacer 3 elevados con agua destilada agitando, por ultimo se enjuagan una vez con una solución de carbonato al 30%, se dejan secar al aire, ó con ayuda de un papel filtro.

Si es necesario decolorar la muestra se sumerge en una solución compuesta de. Jabón Extran (Merck), Na OH ó KOH al 10% durante media hora, posteriormente cuando la muestra todavía esta húmeda, se acerca lo suficiente a la parte superior de un recipiente que contiene cloruro de calcio al 30%, y ácido clorhídrico al 20%, en donde el gas cloro que se desprende, decolora la muestra en cuestión, finalmente se enjuaga con agua destilada se deja secar y se procede a realizar los estudios correspondientes.

Las fibras del grupo 2, desconocidas, se levantaron de los diferentes lugares de hechos, en este caso, no importa si estas están impregnadas de manchas de sangre, semen, ó algun otro liquido corporal ya que no es la finalidad del estudio y se pueden eliminar fácilmente ó bien separarla y analizar ya por separado y para una identificación.

Se realizan todos los pasos que se mencionaron para la conservación y preparación de las muestras.

A este grupo de fibras se aplican los procedimientos enumerados anteriormente, tanto para conservación como preparación de muestras.

## **2.2 Método de Estudio:**

Debido a la muestra en la mayoría de las cosas es pequeña, se deberá contar con tecnicas de estudio apropiadas, para evitar su perdida ó destrucción, así mismo el empleo de instrumentación común al alcance de la mayoría de los laboratorios forenses.

Cuando se juzgue necesaria la utilización de tecnicas destructivas, esta solo se aplicaran al final de la investigación, después de agotar todos los recursos para su identificación o cuando se cuente con una muestra abundante.

Aunque no existen técnicas 100% establecidas, para el estudio de fibras en el campo legal forense, se han desarrollado algunas pruebas, en otros campos de estudio y se han adaptado, a esta rama de la investigación criminal.

Este estudio posee diversas pruebas de identificación sin embargo, para llevar un orden se dividen en 2 grupos: pruebas Físicas y Físico- químicas.

#### Pruebas Físicas:

- Examen Microscópico
- Determinación de la Densidad Especifica
- Determinación del punto de Fusión
- Prueba de solubilidad
- Determinación de Índice de Refracción

#### Pruebas físico- químicas:

- Reacciones de Coloración
- Pirolisis
- Espectrofotometría en el Infrarrojo
- Cromatografía Gas- Liquido

Una vez perforadas las muestras se procede a un estudio conforme a las pruebas antes mencionadas.

### **PRUEBAS FISICAS.**

#### **2.2.1. Examen Microscópico:**

Es uno de los medios más rápidos y prácticos para la información directa de las fibras y como auxiliar en el análisis de su solubilidad por aplicación de disolventes sobre ellas.

**Material:**

Microscopio Carl-Zeiss  
Navajas  
Porta-objetos  
Cubre-objetos  
Pinzas de disección  
Agujas de disección  
Frascos gotero  
Reactivos  
Bálsamo de Canadá  
Cámara Canon AE-1 PROGRAM

**Procedimiento:**

Se toma con pinzas una parte de las fibras previamente cortado, con navaja, se coloca sobre el porta-objetos, se pone un cubre-objetos, se adiciona una de las gotas de bálsamo de Canadá, procurando no dejar burbujas, se deja secar y se observa al microscopio.

La finalidad de montar con bálsamo de Canadá, es que además de realizar las observaciones microscópicas, y conservar los especímenes, se pueden tomar fotografías de estas preparaciones, ya que en este tipo de análisis nos ayuda mucho, en la ilustración, de dictamen legal. Además debemos contar con las fibras testigo para concluir si las fibras en cuestión poseen las mismas características microscópicas ó bien fotografías de las fibras, con el mismo fin.

Además se va formando un archivo con fibra plenamente identificada, misma que pueden utilizarse como: testigos contraprueba, consulta, etc.

Una vez, que se tienen las preparaciones de cada muestra, se hacen las observaciones, a 100 y 400 aumentos, anotando todas y cada una de las características, que posee cada fibra.

### 2.2.2. Determinación de la Densidad específica:

Esta técnica es una prueba muy precisa para la identificación de las fibras constituyentes, de hilos y tejidos textiles.

Reactivos:

Para la realización de esta metodología se usaron tetracloruro de carbono con una densidad de 1.60 y xileno con una densidad de 0.87, aunque también se pueda usar otras combinaciones como son:

- Tetracloruro de carbono 1.60 y n-heptano 1.10
- Percloroetileno 1.63 y xileno 0.87

Se prepararon soluciones de distintas densidades las cuales se clasificaron de la siguiente forma:

<u>GRUPO</u>	<u>MILILITROS DE TETRA CLORURO DE CARBONO</u>	<u>MILILITROS DE XILENO</u>	<u>DENSIDAD</u>
I	4 ml	6 ml	1.1
II	5 ml	5 ml	1.1 - 1.20
III	6 ml	4 ml	1.2 - 1.25
IV	7 ml	3 ml	1.25 - 1.35
V	8 ml	2 ml	1.35 - 1.45
VI	9 ml	1 ml	1.45 - 1.60
VII	10 ml	0 ml	1.60

Material:

- Frascos con tapón esmerilado color ámbar
- Vasos de precipitación de 20 ml
- Pinzas de disección
- Papel filtro

**Procedimiento:**

Para realizar la prueba se vacían las soluciones en vasos de precipitados de 20 ml, limpios y secos, se toma un pedazo de fibra con pinzas y se coloca en la solución observando si la fibra flota, ó si se hunde o sumerge

Antes de pasar de un vaso a otro, se seca la fibra en papel filtro, se seca la fibra en el papel filtro y se espera 10' antes de depositarla en otro vaso, para tener la seguridad de que la fibra estaba totalmente seca.

**2.2.3. Prueba se solubilidad en disolventes:**

Esta es la prueba de gran aplicación y utilidad para identificar fibras textiles, aunque debido a la gran evolución de los materiales textiles sintéticos, esta identificación se ha complicado, ya que las ligeras variaciones en la composición se ha complicado, ya que ligeras variaciones en la composición química de estas fibras, permite que sean solubles en disolventes iguales y seria necesario por lo tanto, contar con disolventes específicos para lograr para una identificación más específica, otra de las desventajas es que esta prueba consume mucha muestra.

El empleo de una batería de diferentes solventes brinda una valiosa información que permite diferenciar las fibras sintéticas por clases genéricos.

**Material:**

Microscopio  
Porta-objetos  
Cubre-objetos  
Fracos goteros  
Pinzas  
Vasos de precipitados de 50 ml  
Plancha eléctrica  
Mechero

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

**Disolventes Utilizados:**

Acetona

Cloroformo

Ácido clorhídrico al 38%

Ácido nítrico 70% y concentrado

Ácido sulfúrico al 60% y al 70% tetahidrofurano

Xileno

m- cresol

Ácido Acético grácil

Fenol 90%

Hidróxido de sodio al 10% y al 40% tiocianato de amonio al 70%

Tiocianato de amonio al 70%

Ciclohexano

Benceno

Decalin

Ácido fórmico al 40%

Ácido peracetico al 3% por peso en agua

Dimetilformamida

Todos estos deben ser grado reactivo (R.A)

**Procedimiento:**

Se toma una porción de la muestra, se coloca sobre un porta objetos, se lleva al microscopio y se enfoca, después se agrega una gota del solvente elegido, tomando en cuenta cualquier transformación que sufra la muestra, mínima que pueda ser un reblandecimiento hasta disolución total, ya que esta puede ser en corto lapso de tiempo, ó en algunos minutos.

Si es necesario efectuar esta prueba en caliente se procede a la siguiente forma: se coloca el porta-objetos sobre una placa eléctrica con termostato para tomar la temperatura a la cual se desea que este, y se observa la acción del solvente en caliente.

Cuando el solvente usado no ejerce ningún cambio, sobre la muestra se produce a enjuagarla en un vaso de precipitado que contenga una solución jabonosa no iónica, se seca sobre papel fieltro, y se deja secar al aire, una vez que estaba seca, se procede con otro solvente y así sucesivamente, hasta llegar a determinar cuales disolventes es soluble la muestra y en cuales no.

### 2.2.4 Determinación del Punto de fusión:

Esta prueba es exclusiva para fibras artificiales y sintéticas.

Material:

Pinzas de disección  
Navajas  
Porta-objetos  
Cubre-objetos  
Termómetro  
Aparato de fisher para punto de fusión.

Procedimientos:

La prueba se realizo de la siguiente manera. Se tomo una parte de la muestra colocándola sobre 2 cubre-objetos, se coloco en un aparato de Fisher, anotando la temperatura a la cual la muestra pasaba del estado sólido al líquido.

### PRUEBAS FISICOQUIMICAS.

#### 2.2.5. Prueba de Coloración:

Para la realización de esta prueba se usaron 3 colorantes, que fueron.

a) Reactivo del Clorioduro de zinc:

Solución A: Cloruro de Zinc, 20 g, en 10 ml de agua destilada.

Solución B: Ioduro de potasio 2. 1g. todo 0.1 y en 5 ml. De agua destilada.

b) Reactivo de Vertillard.

Solución I: Ioduro de potasio 1 g. agua 100 ml. Yodo a saturación.

Solución II: Glicerina 2 partes, agua destilada 5 partes y ácido sulfúrico con. 6 partes.

c) Reactivo de mercurio:

1 ml. de mercurio en 9 ml. De ácido nítrico (94%) diluido con 10 ml. de agua destilada.

Material:

Portaobjetos  
Pinzas  
Fracos goteros  
Papel filtro  
Microscopio

**Procedimiento:**

Se toma una muestra de la fibra, se coloca sobre el porta-objetos y se añaden de 1 a 2 gotas del colorante, se deja unos segundos, se absorben el exceso con papel fieltro, y se observa al microscopio, en el caso que se usen dos soluciones como es el caso del Clorioduro de zinc o el reactivo de vertillard, se aplica la primera solución se absorbe el exceso con papel filtro, y se añade el segundo reactivo, se deja unos segundos reposar y se observa.

A continuaciones mencionan los fundamentos y las características de algunas pruebas que no fueron realizadas en este trabajo, sin embargo es importante dejarlas asentadas.

**2.2.6. Índice de Refracción:**

Mediante esta técnica se determina la modificación que sufre la luz polarizada al atravesar la fibra, en base al arreglo molecular de la misma  $\lambda$ . Requiere solo una pequeña muestra, no es destructivo, pero consume mucho tiempo y se requiere de instrumentación poco usual.

Para el estudio se sumerge la fibra en un líquido de índice de refracción conocido y con un refractómetro se determina la desviación que sufre la luz polarizada, vibrando en forma paralela y perpendicular al eje longitudinal de la fibra.

La mayoría de las fibras artificiales presentan birrefringencia a excepción de la de vidrio y la arnel (triacetato). Con esta técnica también se puede identificar los gránulos de deslustrador y de pigmentos presentes.

### 2.2.7. Pruebas del Quemado (pirólisis).

Esta prueba es una de la más antigua que ha venido usando en la identificación de fibras textiles, pero hay que considerar que este tipo de pruebas consume bastante muestra.

Material:

Mechero  
Pinzas de disección  
Navajas

Procedimiento:

1.- Se utiliza un mechero común y corriente para que la flama se a más continua posible, evitando usar cerillos, lámpara de alcohol, aceite, etc. ya que estos producen una flama no uniforme, y despiden olores, que pueden causar confusión.

2.-La fibra se introduce lentamente en la flama y se observa cualquier tendencia a fundir, rizar ó encogerse, así como cualquier combustión ó chisporroteo espontáneo.

3.-Es necesario observar las siguientes características cuando se lleva a cabo esta prueba.

- a) Olor de la fibra cuando se quema
- b) Dimensión y carácter de la combustión
- c) Efecto en el material al retirar la flama o fuente de calor.
- d) Características de los residuos o cenizas.

4. cuando la fibra esta en la flama, observar que tipo de combustión tiene lugar, si el material arde, al retirarlo apreciar si continua ardiendo, percibir el olor que produce al arder, esto debe hacerse rápidamente, evitando que los gases se dispersen y no se pueda apreciar el olor además debe tomarse en consideración el tipo de residuo ó cenizas que produce, como puede ser la flama, color, dureza, etc.

### 2.2.8. Espectrofotometría en el Infrarrojo: (14,20,23,26,29)

La identificación de polímeros en general y de fibras sintéticas en particular se puede llevar a cabo fácilmente con este método sin embargo para la identificación de una mezcla de diferentes tipos de fibras, este método es un refinamiento innecesario, ya que, son suficientes el microscopio y las pruebas químicas de coloración.

Cuando dos o más fibras sintéticas derivan del mismo monómero básico, cuyas propiedades son modificadas por la adición del mismo copolímero en diferentes cantidades, puede ser difícil distinguir cualitativamente por el examen infrarrojo sin la diferencia de porcentaje es pequeña.

Una gran ventaja del examen infrarrojo es que el espectro obtenido viene determinado principalmente por la constitución química de la fibra, y es en general, menos dependiente de la fórmula, cuyas variaciones pueden afectar a los resultados tanto en las pruebas de coloración y solubilidad, como en las físicas, usadas por la identificación de la fibra. Otra ventaja de este tipo de análisis, es que se requiere de una pequeña muestra (miligramos).

Cuando se pasa una radiación infrarroja a través de una sustancia se transmiten algunas frecuencias y se observan otras, esto es, similar a la absorción de la luz visible que origina los colores de los materiales. La espectrofotometría en el infrarrojo consiste en determinar las frecuencias en las cuales tiene lugar la observación y obtener una representación de porcentajes de radiación absorbida frente a las frecuencias. En la práctica esto se logra automáticamente con espectrofotómetros de registro gráfico.

Procedimiento:

La técnica de operación instrumental utilizada en la identificación de una fibra no difiere esencialmente de la requerida en el examen de otros compuestos orgánicos.

Los espectros de moléculas orgánicas relativamente simples vienen normalmente determinados por el mismo compuesto o por medio transparente a la radiación infrarroja. La preparación de la muestra de fibras sintéticas es más complicada y entre los diferentes métodos actuales, escoger uno y otro depende de la naturaleza de la fibra y de cada operador. Los métodos más útiles para la preparación de muestras son las siguientes.

- a) Técnica de pastilla ó presión.
- b) Formación de pasta.
- c) Películas moldeadas con disolvente
- d)

### **2.2.9. Cromatografía Gas-Líquido:**

La técnica de la cromatografía gaseosa, es la forma especial de procedimiento general cromatografico de separación de una mezcla en sus componentes.

La separación se consigue mediante la distribución de los componentes vaporizados, entre dos medios de separación: uno, la fase estacionaria, contenido en película delgada sobre una columna de un soporte sólido inerte, por ejemplo tierra de diatomeas; el otro, fase móvil, es un gas que pasa a través de la columna.

Los aparatos consisten en una fuente compuesta de: una fase móvil gaseosa adecuada: nitrógeno, helio ó argón. La columna y un aparato para inyectar la mezcla dentro de la columna como gas ó líquido se volatiliza en una antecámara exterior a dicha columna. La corriente de gas a la salida de esta se controla mediante un detector adecuado que indica cuando salen separados los componentes.

Esto se lleva a cabo normalmente de modo continuo, de tal manera que, se obtiene un registro gráfico física ó organización de la corriente de gas a base de tiempo.

La introducción de instrumentos comerciales para la cromatografía gaseosa y el desarrollo de detectores extremadamente sensibles ha hecho de esta técnica muy aplicada, y un método muy sensibles para la separación e identificación de los componentes de una mezcla volátil.

### Aplicación en el análisis de fibra:

El criterio para que una mezcla dada pueda estudiarse por cromatografía gaseosa es que sea estable a la temperatura de la columna y suficiente volátil. Se considera adecuada una presión de vapor no menor de 2mm de mercurio. Los polímeros y resinas no satisfacen generalmente este criterio y no pueden, por lo tanto, estudiarse directamente. De todas maneras, si se piroliza muy rápidamente un polímero en una atmósfera inerte, se rompe para dar, entre otros fragmentos, una serie de productos volátiles que es posible analizar. Si las condiciones de pirolisis se controlan de una forma lo suficientemente precisa, los productos volátiles de la pirolisis característica del polímero se obtienen del polímero. Este cromatograma pirolítico o pirograma puede usarse, como huella dactilar, para ayudar en la identificación de los polímeros y de las fibras.

Existe un método de determinación de densidad en polímeros y que es reportado en la colección ATSM. Tomo 32, del año 1980, y mencionado en los tomos 6 y 7 del año 1999, y del 2002. Además existe una tesis del año del 1995 (30). que se refiere a la construcción de una columna de determinación de Densidad por medio de un gradiente. El cual es utilizado por el departamento de Físico-Química de la Facultad de Química de la División de de Estudios Superiores, . De la Universidad Nacional Autónoma de México. Y el cual aunque no fue utilizado en este trabajo, se menciona ya que es un método muy actual, y utilizado a escala de investigación superior.

Ya que es un método muy práctico, además de económico, y accesible casi para cualquier laboratorio, en el cual se tenga la necesidad de medir diferentes densidades de polímeros.

**RESULTADOS**

Los resultados obtenidos según la metodología antes indicada

Se resumen en las siguientes tablas, (1), (2), (3),

Se anexan las observaciones microscópicas.

Tabla (1).- Muestras conocidas adquiridas comercialmente.

MUESTRA	DENSIDAD ESPECIFICA	Antes de la flama	En la flama	Después de la flama	Olor y ceniza	solubilidad	PUNTO DE FUSIÓN	Prueba de coloración
Algodón	1.5	Arde conforme se acerca	arde	Continua ardiendo y brilla	Papel quemado pequeña y de color gris o negra	Ligero (6) 8		(1) azul (2) sin coloración (3) violeta
Cáñamo	1.10	arde	arde	Continua ardiendo	Característico de fibra vegetal quemada			(1) azul (2) sin coloración (3) verde- azul
Coco	1.10	arde	arde	Continua ardiendo	Lazo quemado Característico gris y blanca			(1) azul (2) sin coloración (3) café
Yute	1.10	Arde conforme se acerca	arde	Continua ardiendo	Papel quemado Blanda irregular y rosácea			(1) amarillo (2) sin coloración (3) café
Rayon	1.28	Arde rápidamente y resplandece	Arde rápidamente y resplandece	Arde	Papel quemado blanda y gris	4,7,8,15 ligero 6	200° C	(1) azul violeta (2) sin coloración (3) azul violeta
Lana	1.20	Funde sin arder	Funde y arde	Funde y arde con dificultad	Queratina quemada irregular suave y quebradiza	Ligero 6		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) amarillo
Seda	1.10	Funde sin arder	Arde y funde	No arde	Queratina quemada negra, sin forma blanda	4,7,8,12,13,15, 21 ligero 6		(1) amarillo (2) rojo (3) café

Pelo de caballo	1.20	arde y funde	arde y funde	No arde	No arde queratina quemada pequeña blanda y blanca			(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración
Pelo de conejo	1.10	Funde sin arder	arde	No arde	Queratina quemada negra y blanda			(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración
Asbesto	1.60 arder	No arde no funde	Funde sin arder	No arde No funde	Ninguno grisáceo			(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración
Fibra metálica	1.2	No se altera	No se altera	No se altera	Sin olor sin ceniza	5,6 caliente en 12,13		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración
Fibra de vidrio	1.60	No arde No funde	Funde sin arder	No arde No funde	Sin olor sin ceniza			(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración
Acrilan	1.10	Funde rápidamente con brillo	Arde rápidamente	Arde	Plástico quemado irregular negra y dura	5,6 caliente en 3	195°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) amarillo
Nylon	1.10	funde	Arde y funde	Arde	Débil redonda dura y café	4,5,6,7,8,9,11	217°C	(1) café (2) sin coloración (3) sin coloración
P.V.C.	1.10	funde	Arde y funde	Arde	Plástico quemado sin forma negra y dura	16 caliente 14	173°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración
Poliéster	1.28	funde	Arde y funde	Arde	Sin olor o muy débil negra dura y redonda	6 (x) 3,9 caliente	249°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración
Polietileno	1.10	funde	Arde y funde	Arde	Plástico quemado parafina quemada) blanda, dura y redonda	17, 19	123°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración

Polipropileno	1.10	Arde y funde	Arde y funde lentamente	Arde rápidamente	Plástico quemado sin ceniza	19	150°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración
Poliuretano	1.10	Arde y funde	Arde y funde	Arde	Plástico quemado negra dura y redonda	Caliente 3	138°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración

Los solventes utilizados para las pruebas de solubilidad fueron:

Acctoma (1)  
 Cloroformo (29)  
 Dimetil Formamida (3)  
 Ácido Clorhídrico 38% (4)  
 Ácido Nítrico conc. (5)  
 Ácido Nítrico 70% (6)  
 Ácido sulfúrico 60% (7)  
 Ácido sulfúrico 70% (8)  
 m- cresol (caliente) (9)  
 ácido aceticp glacial (10)  
 fenol 90%(11)  
 hidróxido de sodio 10% (12)  
 hidróxido de sodio 50% (13)  
 xileno (14)  
 tiocionato de Amonio 70% (15)  
 Ciclohexano (17)  
 Benceno (18)  
 Decalin (19)  
 Ácido Formico 40% (20)  
 Ácido Paracético al 3% (21)

(1) Reactivo de clorioduro de zinc

(2) Reactivo de mercurio

(3) Reactivo de Vertillard

tabla 2.

## PRUEBA DE PIROLISIS

MUESTRA	DENSIDAD ESPECIFICA	Cerca de la flama	En la flama	Después de la flama	Olor y ceniza	SOLUBILIDAD	PUNTO DE FUSION	PRUEBA DE COLORACION	FIBRA IDENTIFICADA
1	1.35	Arde y funde	Arde y funde	Arde y funde	Olor débil Negra y dura	9,3,4,6 (x)	240°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Poliéster
2	1.35	funde	Arde y funde	Funde	Olor no determinado Café y dura	4,6,7,8, 11,5,9	225°C	(1) café (2) sin coloración (3) café	Nylon
3	1.35	Funde	Arde y funde	Funde	Plástico quemado débil- negra y más o menos dura	9,3,6 (x)	245°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Poliéster
4	1.60	No arde no funde	Funde sin arder	No arde no funde	Sin olor sin ceniza	Natural origen mineral		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Fibra de vidrio
5	1.15	Arde y funde	Arde y funde	Arde y funde	Papel quemado Gris suave	Natural origen vegetal		(1) azul (2) sin coloración (3) azul-verde	Cáñamo
6	Menor 1.10	Funde sin arder	Arde	No arde No funde	Queratina quemada sin ceniza	Natural origen animal		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Pelo de conejo
7	1.50	Arde y funde	Arde y funde	Arde y Funde	Papel quemado gris suave	6 (x),8 natural origen vegetal		(1) azul violeta (2) sin coloración (3) azul	Algodón
8 <sup>a</sup>	1.20	Funde con brillo	Arde rápidamente	Continua ardiendo rápidamente	Plástico quemado sin forma negra y dura	3A,5,6	190°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Acrlan
8b	1.35	Funde	Arde rápidamente	Continua ardiendo	Muy débil dura redonda y negra	9A, 3A, 6 (x)	253°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Poliéster
9	1.35	funde	Arde y funde	Arde y funde	Plástico quemado débil- negra más o menos dura	9A, 3A, 6 (x)	249°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Poliéster

10	1.35	funde	Arde y funde	Arde y funde	Papel quemado negra y suave	6 (x),7,8,4, 15	200°C	(1) azul violeta (2) sin coloración (3) azul- violeta	Rayón
11	1.35	funde	Arde y funde	Arde y funde	Papel quemado negra y dura sin forma	0,6,8,9A,1,3	250°C	(1) amarillo ligero (2) sin coloración (3) amarillo-ligero	Dudoso
12	1.20	funde	Arde y funde	Arde y funde	Débil negra y dura	4,5,7,8,9,11,6	222°C	(1) amarillo café (2) sin coloración (3) amarillo café	Nylon
13	1.50	funde	Arde y funde	Arde y funde	Papel quemado blanca y gris suave	6 (x)		(1) rojo (2) sin coloración (3) azul-violeta	Algodón

(x)= ligeramente soluble  
(A)= soluble en caliente

(1) Reactivo de clorioduro de zinc.  
(2) Reactivo de mercurio  
(3) Reactivo de Vertillard

Porcentaje de acierto =86%  
Porcentaje de error = 14% fibras  
10 Rayón  
11 Acetato

## PRUEBA DE PIROLISIS

TABLA 3

MUESTRA	DENSIDAD ESPECIFICA	Antes de la flama	En la flama	Después de la flama	Olor y ceniza	SOLUBILIDAD	PUNTO DE FUSION	PRUEBA DE COLORACION	FIBRA IDENTIFICADA
a	Menor 1.10	Arde	Arde	Continua ardiendo y brilla	Papel quemado Gris blanda	Fibra natural origen vegetal		(1) azul (2) sin coloración (3) café	Coco
b	Menor 1.10	funde	Arde y funde	Arde y funde	Plástico quemado dura y negra	Una parte 3,5,6 Otra parte 3,6 (x) 9	190°C y 255°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Acrilan y Poliéster
a	Menor 1.10	Arde conforme se acerca	Arde	Continua ardiendo	Papel quemado gris suave, e irregular	Natural origen vegetal	193°C	(1) amarillo (2) sin coloración (3) café	Yute
b	1.20	Funde con brillo	Arde rápidamente	Continua ardiendo	Plástico quemado sin forma negra y dura	3, 5,6		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) amarillo	Acrilan
a	1.25	Funde sin arder	Funde sin arder	Funde	Queratina quemada Negra y blanda	Natural origen animal		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) amarillo	Lana
b	1.25	Funde sin arder	Funde sin arder	funde	Queratina quemada negra y blanda	Natural origen animal		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) amarillo	Lana
a	Menor 1.10	Arde y funde	Funde y arde	Arde	Plástico quemado sin ceniza	19	151°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Polipropileno
b	1.45	Arde conforme se acerca	arde	Continua ardiendo y brilla	Papel quemado pequeña blanda y de colora gris o negra	ligero (6) 8		(1) azul (2) sin coloración (3) violeta	Algodón
a	Menor 1.10	Funde funde	Arde y funde	Continua ardiendo	Plástico, dura redonda quemado/ y blanda.	(17) (19)	120°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Polietileno
b	Menor 1.10		Arde y funde	Continua ardiendo	Plástico. Dura redonda quemado/y blanda	(17) (19)	120°C 120°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Polietileno

a	1.35	Funde y resplandece	arde y funde y resplandece	Arde y funde	Papel quemado Negra y suave	(4) (6) (x) 7 (8) (15)	200°C	(1) azul- violeta (2) sin coloración (3) azul- violeta	Rayón
6	menor	Arde y funde	funde arde lentamente	Arde lentamente	Sin ceniza plástico quemado	19	148°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Propileno
a	Menor 1.10	Funde con brillo	Arde rápidamente	Continua ardiendo	Plástico quemado. Sin forma negra y dura.	3, A,,5,6	192°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) amarillo	Acrilan
7	1.20	Funde sin arder	Funde y arde	Funde y arde con dificultad	Queratina quemada irregular suave y quebradiza	ligero 6		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) amarillo	Lana
a	1.20	Funde sin arder	Funde y arde	Funde y arde con dificultad	Queratina quemada irregular suave y quebradiza	Ligero 6		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) amarillo	Lana
8	menor 1.10	arde	arde	Arde y funde	Papel quemado gris suave e irregular	Natural origen vegetal		(1) amarillo (2) sin coloración (3) café	Yute
a	1.45	Arde conforme se acerca	Arde	Continua ardiendo y brilla	Papel quemado pequeña blanda y de color gris	Ligero (6) 8		(1) azul (2) sin coloración (3) violeta	Algodón
9	menor 1.10	arde	arde	Continua ardiendo	negra Papel quemado gris blanda	Natural origen vegetal		(1) azul (2) sin coloración (3) café	Coco
a	1.45	Arde	Arde	Continua ardiendo y brilla	Papel quemado, gris y suave	Natural origen vegetal 6 (x),8 (6x) (3 A)	245°C	(1) azul (2) sin coloración (3) violeta	Algodón
10	1.35	funde	Arde y funde	Arde y funde	Plástico quemado, débil negra y dura			(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Poliéster
A	Menor 1.10	Funde sin arder	Arde	No arde	Queratina quemada, negra y blanda	Natural origen animal		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Pelo de conejo
11			arde	No arde	Queratina				

b	Menor 1.10	Funde sin arder			quemada negra y suave	Natural origen animal		(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Pelo de conejo
---	---------------	--------------------	--	--	--------------------------	-----------------------------	--	--	-------------------

a	1.35	Funde rápidamente	Funde y arde con resplandor.	Funde y arde	Papel quemado negro y suave	4,6 (x),7,8,15	200°C	(1) azul-violeta (2) sin coloración (3) azul-violeta	Rayón
b	1.35	Funde rápidamente	Funde rápidamente con resplandor	Funde y arde	Papel quemado negro y suave	4,6 (x) 7 (8) (15)	200°C	(1) azul-violeta (2) sin coloración (3) azul	Rayón
a	1.35	Funde	Funde y arde	Funde y arde	Papel quemado negro y suave	(5,6,7,8)	255°C	(1) amarillo (2) sin coloración (3) amarillo	Acetato
b	1.35	funde	Funde y arde	Funde y arde	Papel quemado negro y suave	(4) 7 (6,x)8, 15	200°C	(1) azul-violeta (2) sin coloración (3) azul-violeta	Rayón
a	1.45	Funde	Funde y arde	Funde arde y brilla.	Papel quemado gris suave pequeña	8 6 (x)		(1) azul (2) sin coloración (3) violeta	Algodón
b	1.45	Arde conforme se acerca	Funde y arde	Continua ardiendo y brilla	Papel quemado blanda y color gris negra	8 6(x)		(1) azul (2) sin coloración (3) violeta	Algodón
A	1.35	Funde y arde	Funde y arde	Funde y arde	Plástico quemado, ligero negra dura	(3 <sup>a</sup> ) (6x) (9A)	249°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Poliéster
b	1.35	funde	Funde y arde	Funde y arde	Papel quemado negro y suave	(6) (x) 9A,1,3,	255°C	(1) amarillo (2) sin coloración (3) amarillo	Acetato
A	Menor 1.10	Funde	Funde	Arde y funde	Plástico quemado, dura y negra	Una parte en 3,5,6 Otra 3,6 (x) (9)	195°C 255°C	(1) sin coloración (2) sin coloración (3) sin coloración	Acrilan y Poliéster
b	1.45	arde	arde	Arde funde y brilla	Papel quemado, gris y suave	Fibra natural origen vegetal 8, 6(x)		(1) azul (2) sin coloración (3) violeta	Algodón

Porcentaje de acierto =100  
Pares de fibras iguales = (3,5,11,12,14)

x= ligeramente soluble  
A= soluble en caliente

1.- Reactivo de clorioduro de zinc  
2.- Reactivo de mercurio  
3.- Reactivo de Vertillard.

### 3.2 Observaciones Microscópicas (Tabla 1)

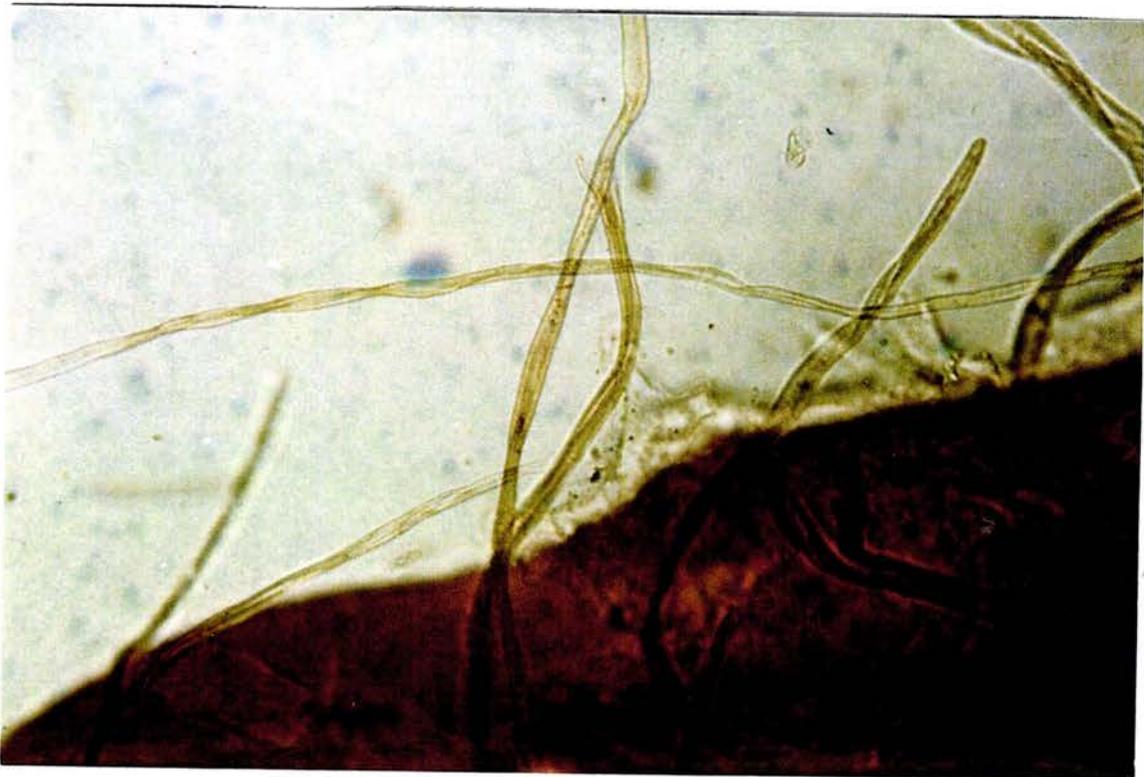
#### Algodón:

Fibras delgadas de diámetro irregular presenta pigmentos no constantes a lo largo de la fibra, con bordes regulares y sin salientes, su terminación es irregular o en forma redonda. Presento un canal no continuo.

#### Cloruro de Polivinilo:

Fibras delgadas, de diámetro y superficie regular, las terminaciones de la fibra son regulares. Se observan muchas a todo lo largo de la fibra, no se observa canal. La foto que se presenta es de una tela de poli (cloruro de vinilo), sobre una base de algodón. Se observan claramente las fibras de algodón.

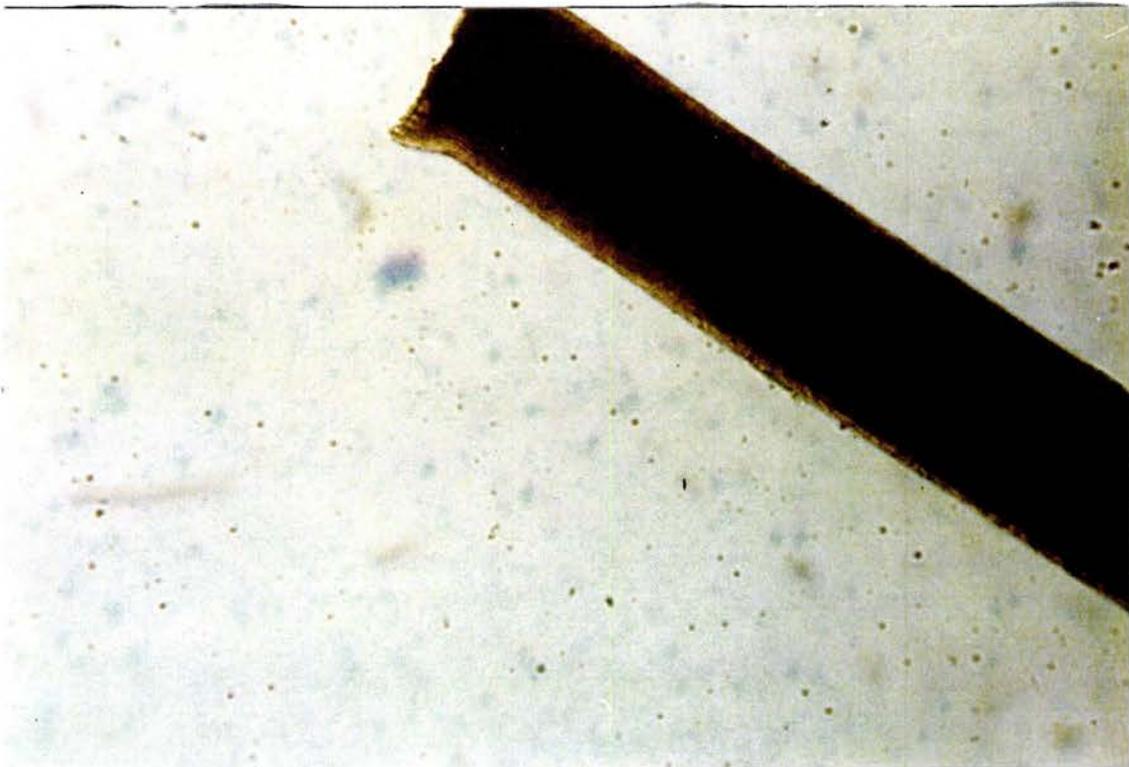
FIGURA No. 1. FIBRA DE P.V.C.



Pelo de Caballo: de crin)

Se observa una fibra con las siguientes características histológicas: canal medular formada por granulaciones grandes y heterogenias, diámetro regular, cutícula ligeramente espinada y pigmentada, y su terminación en forma regular.

FIGURA No. 2 PELO DE CABALO (CRIN).



Coco:

Fibra de bordes irregulares, con canal de color más oscuro que el borde y de diámetro variable a lo largo de la fibra.

Presenta ramificaciones con diámetro total diferente en toda su longitud, presenta zonas claras ó transparentes entre el canal y la cutícula.

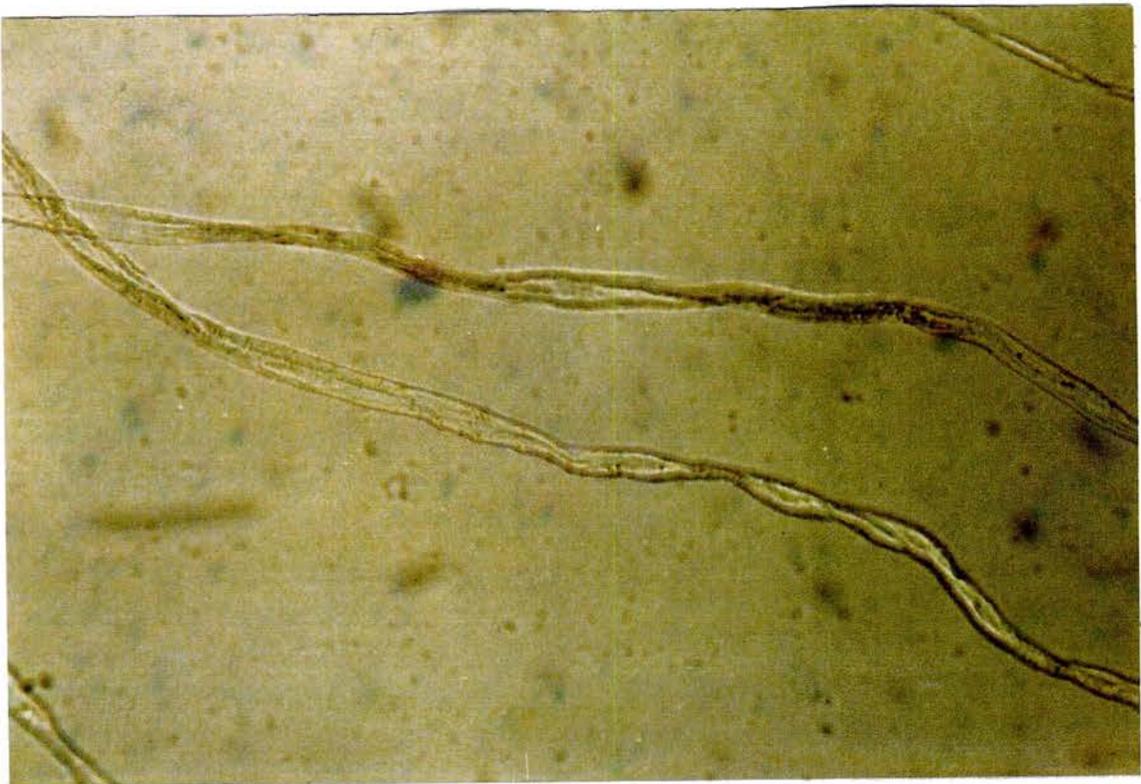
FIGURA No. 3 FIBRA DE COCO.



Cáñamo:

Fibra de superficie regular, que presenta médula a lo largo de toda la fibra, con pigmentaciones a todo lo largo de la fibra, pero esta pigmentación no es continua, el diámetro es irregular, así como también la terminación de la fibra.

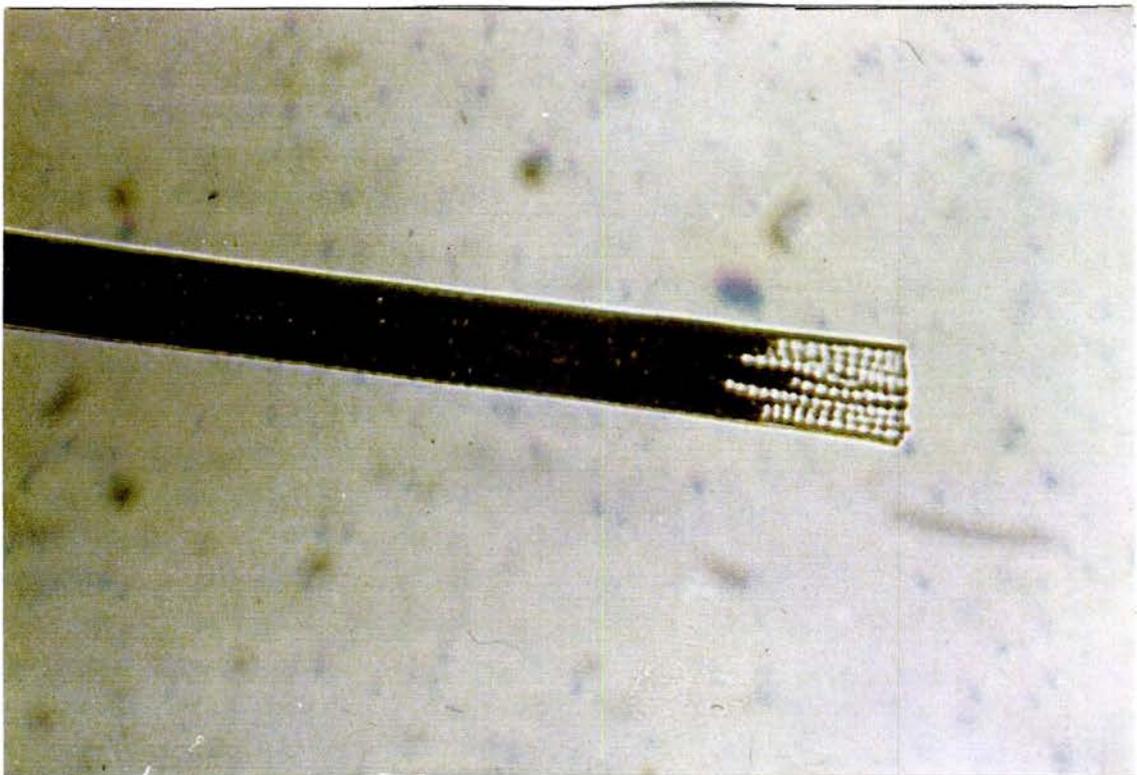
FIGURA No. 4 FIBRA DE CAÑAMO.



### Pelo de conejo:

Se observa una fibra con un borde y un diámetro regular, el canal medular abarca la fibra, pero se observa como si fuera una mazorca de maíz, de color oscuro (negro), pero puede presentar espacios, como si se le arrancaran los granos de maíz a la mazorca, termina en forma regular, 0 en punta, cuando es delgada, presenta sólo una hilera de puntos.

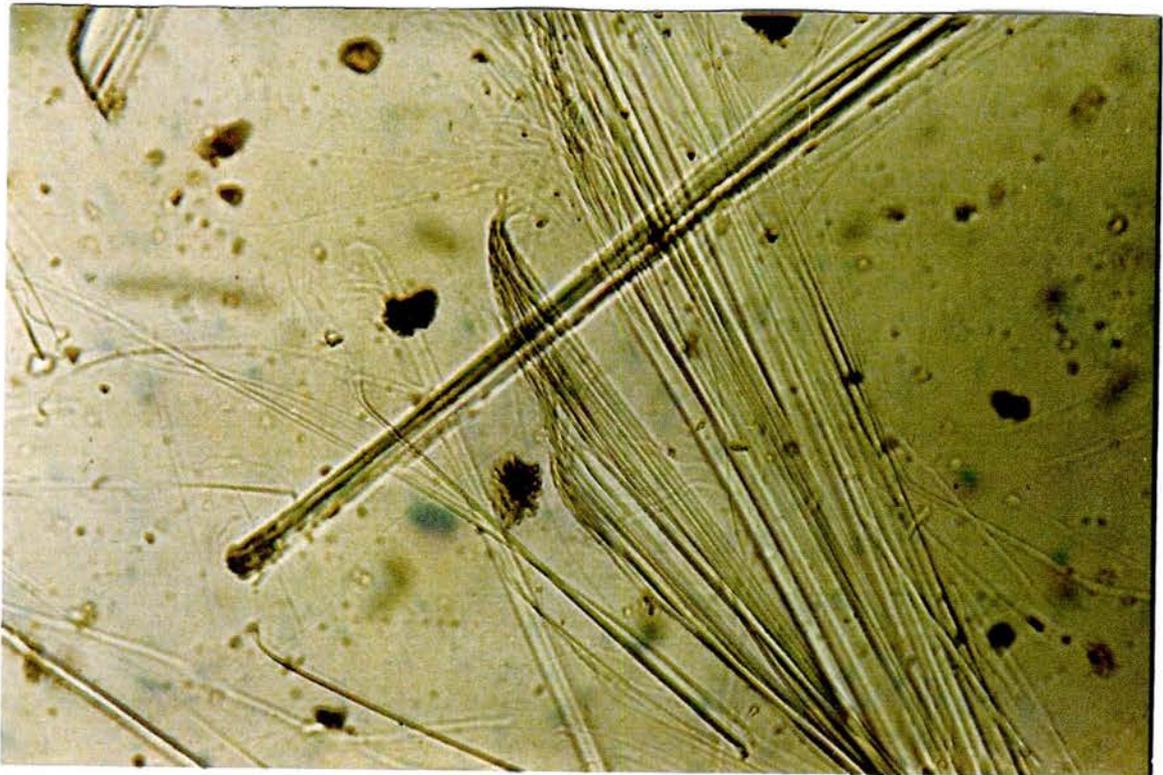
FIGURA No. 6 PELO DE CONEJO.



Asbesto:

Se observa agrupamientos formados por fibras muy delgadas que terminan en punta muy fina, sin canal medular, transparentes, sin pigmentación alguna, presenta un borde regular y el diámetro aparentemente también es regular.

FIGURA No. 7 FIBRA DE ASBESTO.



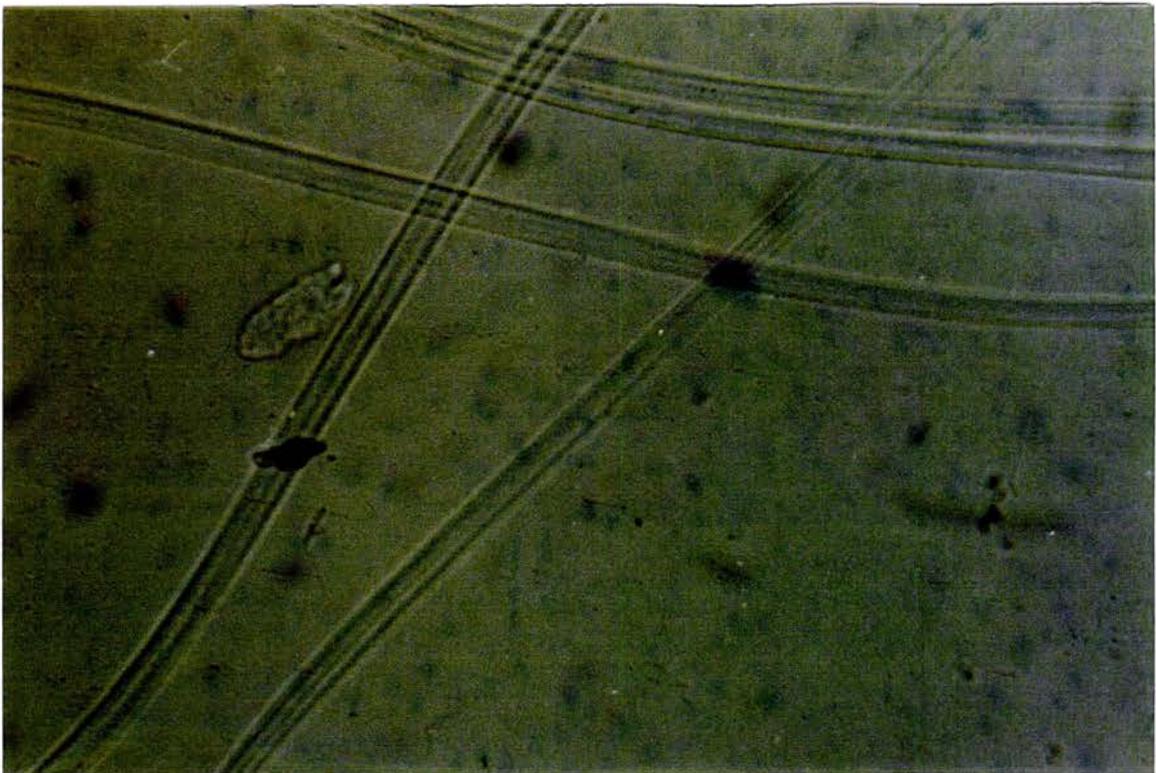
**YUTE:**

Fibras gruesas, como si estuviera formada por muchas fibras delgadas de diferentes tonos de color café, su terminación y diámetro es irregular y presenta muchas en la fibra, estas manchas no son irregulares.

**Rayón:**

Fibra de superficie y diámetro regular, que no presenta canales, la superficie es ayuda, es decir, presenta líneas a todo lo largo de la fibra. Su terminación es en forma de espátula, ya que se ensancha conforme se va terminando la fibra.

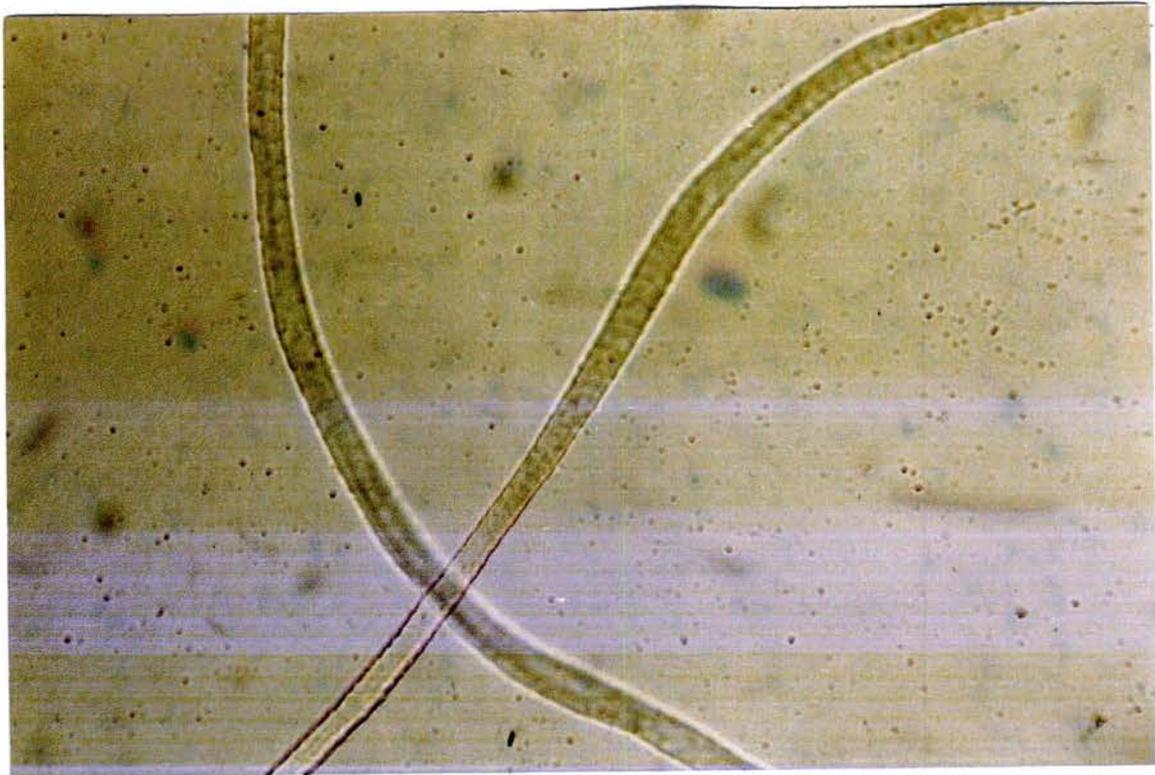
FIGURA No. 8 FIBRA DE RAYON.



Lana:

Fibra delgada, el diámetro irregular, presenta la cutícula formada por escamas características propias de esta, no se observa canal medular debido a la misma presencia de estas escamas que no permiten observar a este.

FIGURA No. 9 FIBRA DE LANA



Fibra Metálica:

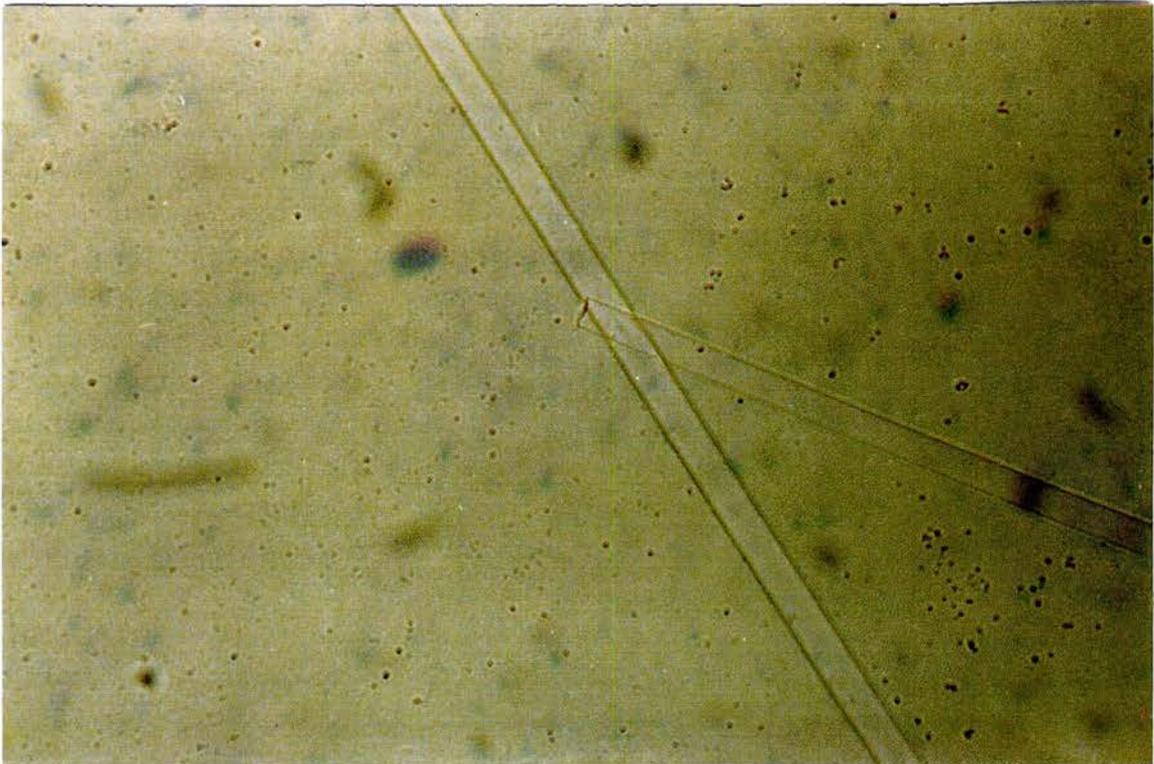
Se observa una fibra bastante ancha, con superficie porosa, y diámetro regular a todo lo largo, su borde es continuo, con ligeras ondulaciones.

FIGURA No. 10 FIBRA METALICA.



**Fibra de Vidrio:**

Fibra transparente al paso de la luz, con diámetro regular, con superficie lisa a todo lo largo de la fibra, su terminación es también regular, los bordes son regulares.

**FIGURA No. 11 FIBRA DE VIDRIO**

Acrilan:

Fibra delgada de diámetro y superficie regular, en ocasiones con pigmentaciones delgadas de color más oscuro que semejan un canal muy delgado, que divide a la fibra en 2 porciones, su terminación es irregular.

FIGURA No. 12 FIBRA DE ACRILAN



Nylon:

Fibras delgadas de diámetro, superficie y bordes regulares, transporte a la luz, la terminación de la fibra es irregular. No se observa la presencia de canal alguno.

FIGURA No. 13 FIBRA DE NYLON



Poliéster:

Fibras de diámetro y superficie regular con bordes gruesos y oscuros la terminación de la fibra es regular, a lo largo de la fibra se presenta pigmentación no continua y pequeñas manchas.

FIGURA No. 14 FIBRA DE POLIESTER



**Polietileno:**

Fibras con diámetro, borde y terminación regular, transparente a la luz, su terminación es regular, y sin pigmentación a lo largo de la fibra.

**Polipropileno:**

La fotografía presentada corresponde a una fibra de diámetro irregular, presenta pigmentación a todo lo largo, y se observan estas pigmentaciones en forma perpendicular en forma transversal al borde de la fibra, su terminación es irregular.

FIGURA No. 15 FIBRA DE POLIPROPILENO



Poliuretano:

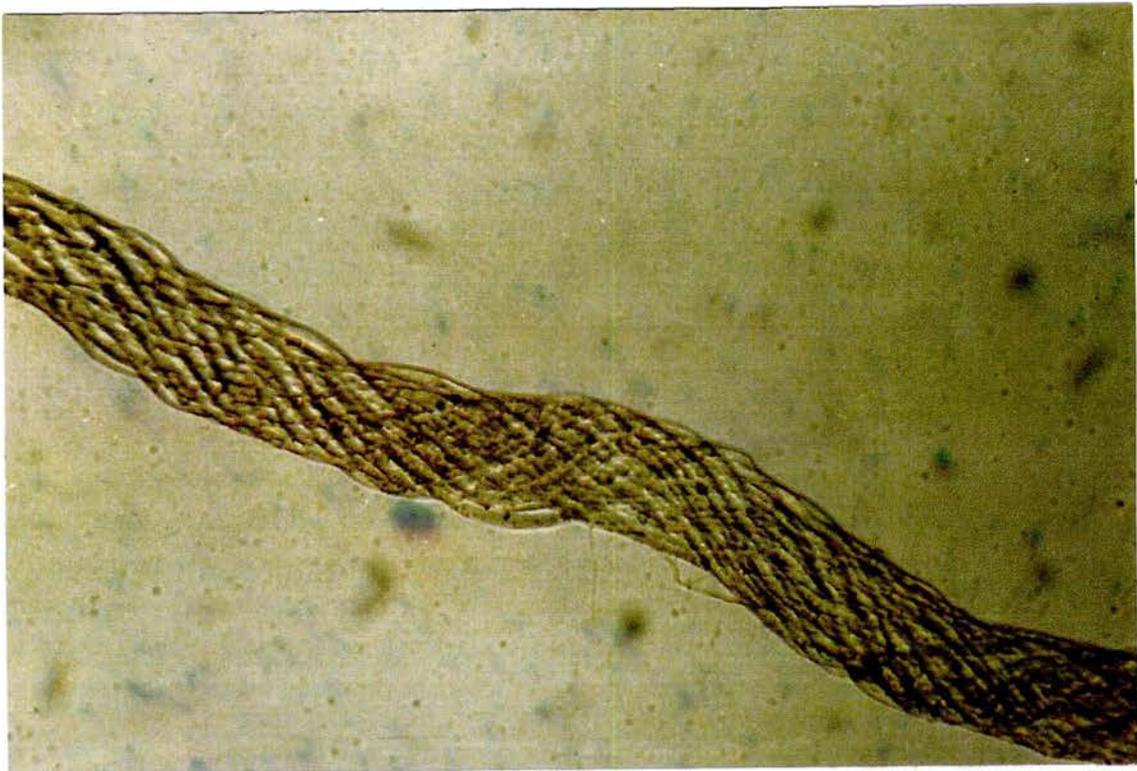
Fibras de diámetro regular, sin bordes, la superficie de la fibra es también regular, no presenta canal, las terminaciones son regulares con pigmentación no continua a todo lo largo de la fibra.

Seda:

Las fibras delgadas con diámetro variable, la superficie, y en ocasiones se observan ligeras salientes, las terminaciones son regulares presenta pigmentaciones a lo largo de la fibra.

La fotografía presentada es de un hilo de seda, en el que se llegan a observar ligeramente estas características.

FIGURA No. 16 FIBRA DE SEDA.



Observación Microscópica  
Subgrupo 2.1. (Tabla 2)

Muestra 1. Fibra con bordes gruesos y oscuros, se observan manchas a todo lo largo de la fibra, el diámetro de la fibra, el diámetro de la fibra es regular y termina en forma.

Muestra 2. Fibra de diámetro y borde regular. Termina en forma de espátula. Esta formula se observa transparente al paso de la luz.

Muestra 3. Fibra de diámetro y borde regulares, presenta manchas en toda la fibra, se observan bordes gruesos, su terminación en forma irregular.

Muestra 4. Fibra de diámetro y borde regulares, con superficie lisa, su terminación es en forma regular, no presenta manchas. Esta fibra también es transparente al paso de la luz.

Muestra 5. Fibra de bordes regulares, de diámetro, variable presenta canal, presenta ligeras bandas a lo largo de la fibra pero no bien definidas, su terminación es en forma irregular.

Muestra 6. Fibra de diámetro constante y canal dentado, es decir, como si presentara dientes a todo lo largo y ancho de la fibra, su terminación es irregular. Afilada en punta, cuando esto sucede se observa una sola hilera de dientes.

Muestra 7. Fibra de bordes regulares, de diámetro irregular presenta un canal, su terminación es en forma irregular, presenta pigmentación a todo lo largo de la fibra, pero no en forma continua.

Muestra 8. Muestra una mezcla de 2 fibras de color distinto, las fibras presentan un diámetro regular sin canal, y además con manchas a todo lo largo de la fibra, que son del mismo color de la fibra, su terminación es irregular.

Muestra 9. Fibra de un diámetro regular, con bordes gruesos y oscuros, además de presentar manchas a todo lo largo de la fibra, su terminación es en la forma ligeramente redonda o irregular.

Muestra 10. Muestra con diámetro y bordes regulares a todo lo largo, presenta el canal delgado en toda la fibra y en forma constante, su terminación es similar a una espátula, se ensancha de la punta conforme va terminado, su superficie se observa ligeramente rayada.

Muestra 11. Fibra de diámetro y bordes regulares, con una serie de manchas a todo lo largo de la fibra, pero que no se presentan en forma constante, su terminación es irregular.

Muestra 12. Fibras delgadas de diámetro regular, el borde es también irregular, y sin canal, termina en forma de espátula, fibra transparente en forma de luz.

Muestra 13. Fibra delgada, de diámetro irregular, el borde presenta muy ligeras solientes, sin canal medular, y con manchas a todo lo largo de la fibra, en forma no constante, la terminación de esta fibra es irregular, ó muy ligeramente redonda.

## Observaciones Microscópicas

### Subgrupo 2.2. (Tabla 3)

#### Muestra 1.

- a) Fibra con diámetro y bordes irregulares, con canal más oscuro en el borde, y de diámetro variable, presenta ramificaciones de diámetro variable, presenta ramificaciones de diámetro variable y su terminación es irregular.
- b) Muestra de una mezcla de 2 fibras sintéticas probablemente, uno de color café y otro de color verde, las 2 fibras observadas presentan las siguientes características, diámetro y bordes regulares, pigmentación a todo lo largo, su terminación en ambos es irregular.

#### Muestra 2.

- a) fibra de diámetro, borde y terminación irregular, fibras gruesas, como si estuviera formado por varias fibras delgadas de diferentes tonos de color café, presenta manchas a todo lo largo.
- b) Fibras delgadas de diámetro y superficie regular, con pigmentación que asemejan un canal delgado, la terminación de esta fibra es irregular.

#### Muestra 3

- a) Fibra delgada de bordes irregulares, que presenta en su cutícula escamas, la presencia de estas impide observar si existe canal, su diámetro es irregular a todo lo largo de la fibra.
- b) Fibra delgadas de bordes irregulares, que presenta en su cutícula escamas, la presentación de estas impide observar si existe canal su diámetro es irregular a todo lo largo de la fibra.

Muestra 4.

- a) Fibra de diámetro regular que presenta coloración a todo lo largo de la fibra, no presenta salientes en los bordes, en ocasiones el color no es continuo, la terminación es irregular, como si se hubiera cortado.
- b) Fibra de borde regular delgada, sin salientes a lo largo de la fibra, sin canal medular y sin pigmentos presenta un diámetro irregular, sin terminación también irregular.

Muestra 5.

- a) fibra de diámetro regular, sin bordes, no presenta pigmentación alguna, fibra transparente al paso de la luz.
- b) Fibra de diámetro regular, sin bordes, no presenta pigmentación, además de ser transparente al paso de la luz.

Muestra 6.

- a) fibra de diámetro irregular, sus bordes regulares presenta una coloración amarilla a todo lo largo. Su terminación es irregular no presenta un canal a todo lo largo, y la superficie se observa rayada.
- b) Fibra de diámetro y bordes regulares presenta una coloración amarilla a todo lo largo. Su terminación es regular no presenta ninguna pigmentación extra.

Muestra 7.

- a) Fibra de color rojo, delgada con un diámetro regular, el borde es también regular con pocas manchas a lo largo de la fibra, que semejar ser una canal delgada, su terminación es regular también.
- b) Fibra de diámetro regular, termina en forma regular como si la hubiera cortado, presenta escamas a todo lo largo, estas escamas impiden observar si hay canal, el borde es discontinuo.

Muestra 8.

- a) Fibra de borde regular con ligeras salientes a lo largo de la fibra, sin observar canal debido a la presencia de escamas, su diámetro es regular.
- b) Fibra con diámetro y borde irregular, con canal que se presenta como si estuviera rayado pero en forma continua, es de color café a todo lo largo de la fibra.

Muestra 9.

- a) Fibra de diámetro irregular, con bordes regulares, pero que termina en forma de espátula o redonda, con manchas a todo lo largo de la fibra, se observa el canal, pero no en uniforme.
- b) Fibra con diámetro y bordes irregulares, sin canal continuo, presenta una coloración café a todo lo largo de la fibra, su terminación es irregular, y con algunas ramificaciones que presentan un diámetro variable.

Muestra 10.

- a) fibras delgadas, de diámetro irregular, presenta pigmentos aislados a lo largo de la fibra, con bordes irregulares, no presenta salientes, su terminación es irregular o redonda, presenta un canal no continuo.
- b) Fibra que presenta borde y diámetro regular, y con manchas, su terminación es irregular.

Muestra 11

- a) Fibra de borde de diámetro regular, el canal medular abarca toda la fibra, se observa como si fuera una mazorca de maíz de color negro, termina en punta o con una sola hilera de puntos de color negro también.
- b) Se observa una fibra con borde y diámetro regular, y canal medular, abarca toda una fibra, se observa como si fuera mazorca de maíz, de color negro, su terminación es en forma regular ó en punta, con una sola hilera de puntos de color negro también.

Muestra 12

- a) Fibra de diámetro y bordes regulares, son una serie de yayas a todo lo largo de la fibra, que se presentan en forma constante, su terminación es irregular, presenta un canal delgado.
- b) Fibra de borde y diámetro regular con superficie rayada a todo lo largo, su terminación es forma de espátula, ó irregular, y representa un canal delgado.

## Muestra 13

- a) fibra de diámetro y bordes regulares, con una serie de manchas a todo lo largo de la fibra, su terminación es irregular.
- b) Fibra delgada, de diámetro regular, a todo lo largo de la fibra con presencia de estas rayas no se observa canal medular, único, su terminación es en forma de espátula ó irregular.

## Muestra 14

- a) fibra delgada de diámetro irregular presenta pigmento a todo lo largo de la fibra, presenta bordes continuos, y no presenta salientes, su terminación es irregular, presenta un canal discontinuo.
- b) Fibra que presenta borde regular, diámetro regular y canal difuso que no se observa en toda la fibra, ya que esta presenta ligeras manchas más ó menos continuas, pero también definidas, su terminación es irregular.

## Muestra 15

- a) fibra de diámetro y bordes regulares,, con una serie de manchas a todo lo largo de la fibra, pero que se presentan en forma constante su terminación es irregular, y no se observa el canal.
- b) Fibra de un diámetro, con borde constante y sin canal, además de que presentan manchas a todo lo largo de la fibra, su terminación es irregular.

## Muestra 16

- a) muestra de una mezcla de 2 fibras de color distinto, sintéticas probablemente, las 2 cifras presentan un diámetro y borde irregular y con manchas a todo lo largo de la fibra y su terminación es irregular en ambos casos.
- b) Fibra de diámetro irregular al borde presenta muy ligeras salientes, sin canal constante y con manchas a todo lo largo de la fibra, su terminación es irregular.

Como complemento a este trabajo presento la observación a los billetes de banco de algodón y lino, que es el material con lo que se fabrican estos billetes, los llamados antiguos, y los llamados nuevos de material polimérico, que son de propileno, a estos se les realizó la batería de pruebas que se le hicieron a las diferentes fibras. Además de escasear diferentes billetes ya sean falsos o verdaderos de algodón y lino. Aunque los resultados no son muy halagadores, pienso que si se usaran escáner de mas resolución los resultados podrían ser mejores.

#### RESULTADOS:

PRUEBA	BILLETE VIEJO (ALGODÓN Y LINO)		BILLETE NUEVO (POLIPROPILENO)
DENSIDAD ESPECIFICA	1.45		MENOR A 1.10
PRUEBA DE PIROLISIS	ANTES DE LA FLAMA	ARDE CONFORME SE ACERCA	FUNDE
	EN LA FLAMA	ARDE	ARDE Y FUNDE
	DESPUES DE LA FLAMA	CONTINUA ARDIENDO Y BRILLA	ARDE
	OLOR Y CENIZA	PAPEL QUEMADO, PEQUEÑA BLANDA Y DE COLOR GRIS O NEGRA	PLASTICO QUEMADO. SIN FORMA. NEGRA Y DURA
SOLUBILIDAD	LIGERO (6), 8		17, 19
PUNTO DE FUSION			125
PRUEBA DE COLORACION	(1) AZUL (2) SIN COLORACION (3) VIOLETA		(1) SIN COLORACION (2) SIN COLORACION (3) SIN COLORACION
RESISTENCIA AL DOBLES	MAS RESISTENTE EN UN 50 %		MENOR RESISTENCIA
RESISTENCIA AL LAVADO	SIMILAR RESISTENCIA		SIMILAR RESISTENCIA

Este tipo de prueba deberá ser siempre de tipo comparativo, ya que de otra manera será casi imposible encontrar de que billete se trata por la gran variedad de billetes y tipo de denominaciones que existen en la actualidad.

Al billete falso solo se le realizó prueba de coloración frente a lugol, y se obtuvo una coloración negro azulosa característica de fibras de acetato de celulosa.

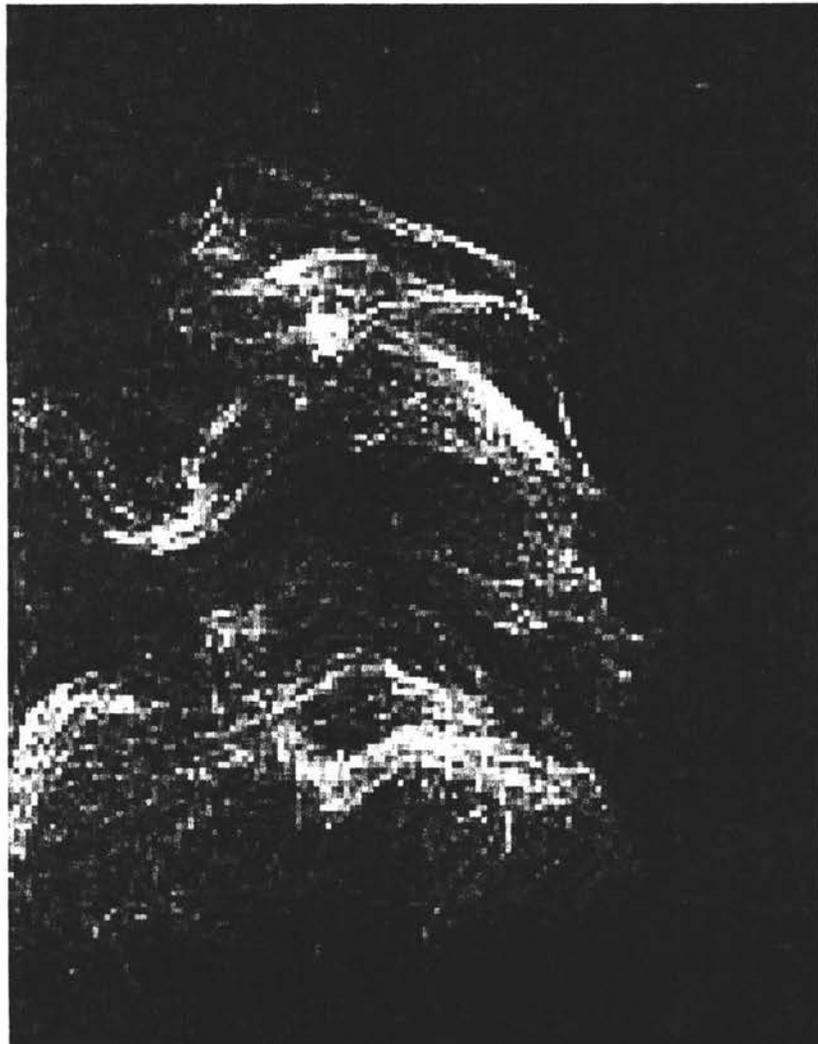
#### Comentarios:

Se realizaron diferentes observaciones de billetes de fibra de algodón, y de billetes de polipropileno, y de uno falso que se obtuvo de la circulación.

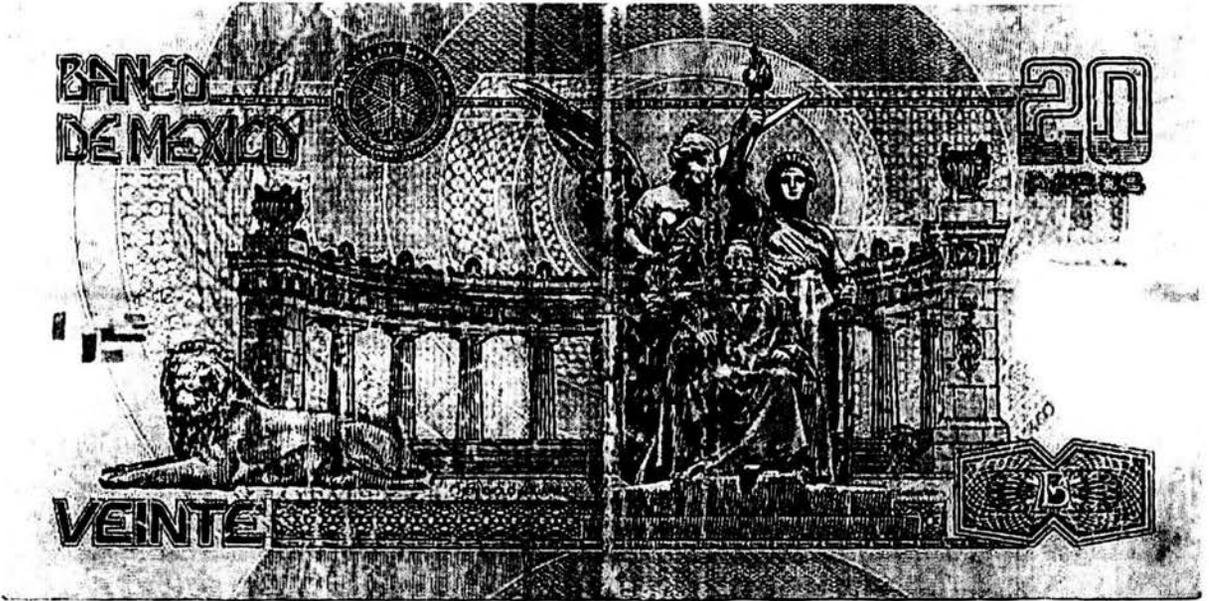
El billete de material plástico es un billete menos resistente a los dobleces o al menos estos se marcan mas, como se observa en la impresión del billete, claramente se ve el deterioro que tiene el billete y no es tan resistente como se nos ha hecho saber. El billete falso no presenta las características de los billetes verdaderos y aunque no es la finalidad de este trabajo determinar si un billete es falso o no, se me hizo interesante determinar algunas características de estos billetes, que andan circulando por ahí.

Las características que se pueden apreciar son diferencias en las tintas y en las coloraciones de los diferentes elementos del billete. Los números en tamaño y forma son diferentes a los verdaderos, las marcas de agua y las cintas de protección no existen, son solo pintados, no impresos o incluidos dentro del billete en su estructura. El billete falso que se obtuvo de la circulación es más pequeño, en dimensiones.

Por otra parte la de escanear diferentes billetes y ponerlos a diferentes aumentos, esto fue de gran utilidad para observar las características de los diferentes tipos de billetes y lo que se hace interesante es que de alguna manera, si se investigara a fondo esta técnica como un método de estudio podría ser relevante en el estudio de diferentes papeles ya sea de billetes de banco o de papel seguridad que se utiliza para diferentes fines. Sea pues que esperemos que alguien más tome en cuenta este procedimiento y de alguna manera se pueda establecer como técnica de estudio. Se anexan impresiones escaneadas de los diferentes billetes, como ilustración a lo que ya se describió anteriormente con el objeto de hacer más clara esta apreciación.



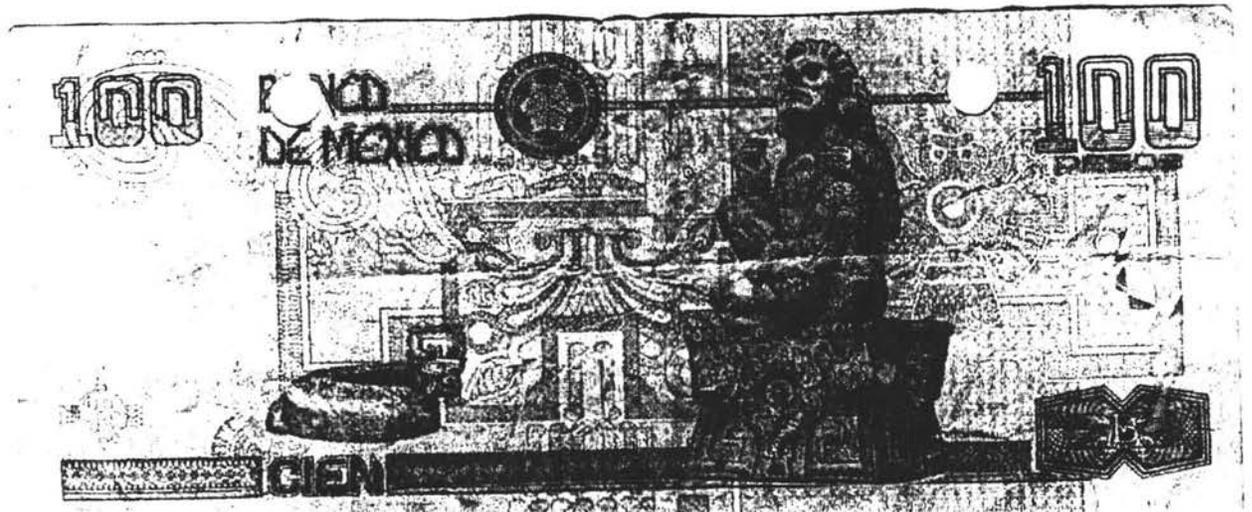
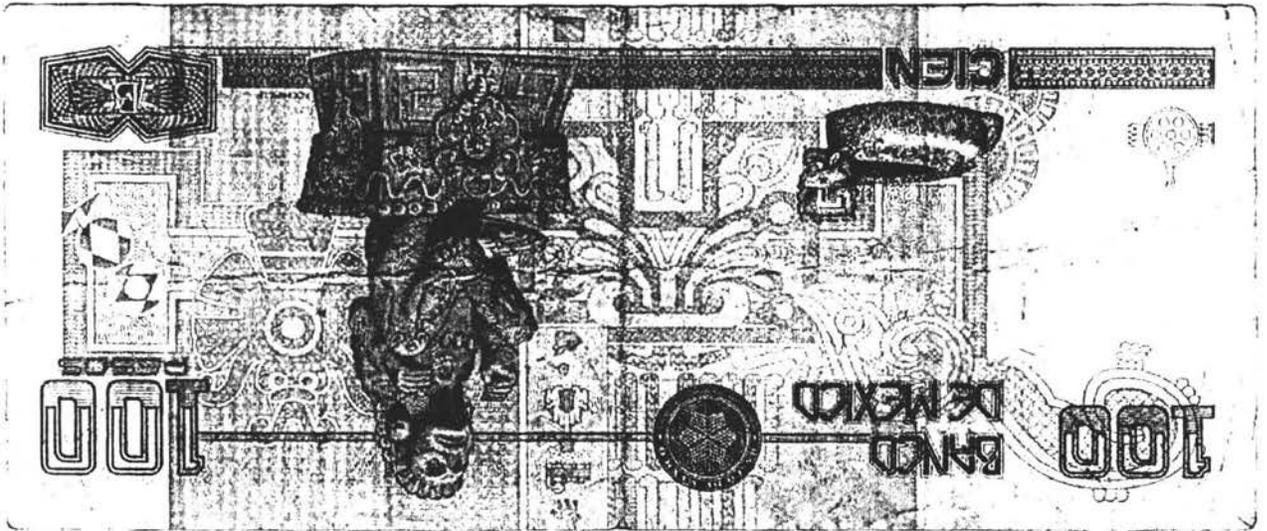
**FIBRAS DE ALGODÓN ESCANEADAS , COMO EJEMPLO DE ESTE  
PROCEDIMIENTO.**



**BILLETE DE VEINTE PESOS DE MATERIAL PLASTICO**



**BILLETE DE CIEN PESOS FALSO ROTO APROPOSITO PARA VER QUE NO TIENE LA CINTILLA DE SURIDAD QUE SOLO ES PINTADA**



**BILLETES DE \$ 100.00 .  
BILLETE SUPERIOR AUTENTICO  
BILLETE INFERIOR FALSO**

## CONCLUSIONES

La identificación de las fibras textiles por procedimiento fisicoquímico, desde el punto de vista legal, proporciona las siguientes conclusiones:

1ra. Las fibras que se encuentran en el lugar de los hechos generalmente se halla en pequeñas cantidades, por esta razón deben contar los laboratorios de química forense con técnicas y procedimientos adecuados para obtener una identificación y por donde contribuir técnicamente al esclarecimiento de un delito este punto se logró ampliamente, por medio de las diversas pruebas que se aplican durante el desarrollo de este trabajo, ya que existen varias que requieren de muestras pequeñas.

2ra. Se trabajaron 19 muestras comercialmente identificadas cuyos resultados se localizan en la tabla (1), en esta se incluyeron 4 fibras naturales de origen vegetal, 4 fibras naturales de origen animal, 1 fibra artificial y 7 sintéticas obteniéndose valores, para la comparación de los encontrados en la muestra problema, que se recogieron en diferentes lugares de los hechos.

3ra. Con respecto a la concordancia de resultados de muestra problema tabla (2), con respecto a los resultados para muestras patrón, asentados en la tabla (1), se puede concluir, que se obtuvo un 86% de aciertos, señalándose que la diferencia de 14% es factible de corregirse como se menciona en las siguientes conclusiones.

4ta. De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla (2) respecto a la muestra problema 11, en la que se obtuvo resultado dudoso para poliéster, cuando en realidad era de acetato en base a lo anterior se concluye que es indispensable, el tener el mayor número posible de parámetros correspondientes a fibras patrón con fines comparativos.

5ta. La muestra problema 10, cuyos resultados se localizan en la tabla (2), si se comparan con los obtenidos para la muestra patrón en la tabla (1), se observan pequeñas diferencias en cuanto a sus características físicas como son: densidad, pirolisis, solubilidad, observación microscópica, tenemos en consideración que la muestra patrón era materia prima (hilo) sin proceso alguno, en cambio en las muestras problema ya habían sido sometidas a procesos de fabricación de telas y aun más teñidas, por lo anterior se concluye que es necesario tener parámetros tanto para la materia prima como para fibras con proceso textil.

6ta. Los resultados obtenidos en la tabla (3), provenientes de los estudios comparativos entre fibras encontradas en un mismo lugar de los hechos, se realizaron con el fin de determinar si estas fibras eran del mismo material, aun cuando, presentaran características microscópicas como: coloración, morfología, tamaño etc. semejante en todos y cada de uno de los casos trabajados se considera que se obtuvo un alto porcentaje de especialidad en el grupo de materiales trabajados.

7ma. Desde el punto de vista económico se puede concluir que estas pruebas practicadas para la identificación de fibras textiles, son muy económicas, aun cuando, las sustancias que se utilizan para preparar los reactivos en si son caros, esto se reduce, notablemente, en virtud que se emplean volúmenes muy pequeños y si a esto aunamos el equipo en si se encuentra en cualquier laboratorio.

Destinada a este tipo de trabajos hace aun más que baje el costo de este tipo de análisis.

8va. Referente al tipo de empleado en la realización en este tipo de análisis, aproximadamente se necesitaron 8 hrs. Para procesar 5 muestras, dicho tiempo puede reducirse a medida que la persona vaya adquiriendo experiencia y habilidad, por el motivo se concluye que este tipo de exámenes es rápido.

## BIBLIOGRAFIA

1. Billmeyer Fred W. Jr.: ciencia de los Polímeros. Editorial reverté S.A 2ª. Edición 1978.
2. bortniak J. P., ; Brown S:e y Sild, E.H.: Differentation of microgram quatites of acrylic and modacrilic fibers using chomatografy. J. Forens S. 32/353-351/1971.
3. Brown S. E.: A Chonology ofhairs anda fibers as Evidence in Canada. Canadian Society of forensic sciente Journal. 11/2 june 1978. Ontario Canada.
4. Burd D.Q., Kirk, P.L.: Clothing fibers as evidence. J. Crim, Law Criminol and Pol. Sci. 32/353-357/1971.
5. Cook, R.: The identification of microscopic samples of textiles fibers by infrarved spectroscopy, Forence Science, International. 12/3, Nov-Dic 1978. Lausanne, Suiza.
6. Cuevas Díaz Ma. Teresa.: métodos y Técnicas de laboratorio para el estudio de pelos y fibra. Criminali. Año XL Nos. 3-4 Marzo – abril 1974. México D. F.
7. Dameran, Kenneth. A.: The application of pyrolysis and programed temperatura Gas chomatography to identification of textile fibers. The Journal of criminal law.1985. VOL. 10. United States

8. Criminology and police science. Vol 59. No. 3 sep 1968. Chicago, Illinois, U. S. A.
9. Desfassiaux, Trechuelo, Oscar.: teoría y práctica sobre criminalística. Colegio Internacional de Investigación Criminal. A. C. México D. F.
10. García Nieto Rogelio, Fibrología. 1ra. 2da. 3ra. Parte. Editado por el Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Textil. México. D. F.
11. Grieve, M. C. Kearns, J.A.: Preparing samples for the recording of infrared spectra from synthetic fiber. J. Forens. Sci. 21/307-314/1976.
12. Grieve, M.C., Kotwsky, T. M.: The identification of polyester fibers. In forensic science. J. Forens. Sci. 22/2/390-401/1977.
13. Heber W. Young Ken. Tratado de farmacognosia. Traducción de la 1ª Edición Inglesa. Editorial Atlante. S. A. México D. F.
14. Hobart H. W.: Métodos Instrumentales de Análisis. 2ª Edición en Español de la 1ª Edición en Inglés. Editorial C. E. México D. F. 1986.
15. Jiménez Navarro R. estudio Criminalístico de Pelos y fibras. Instituto Nacional de ciencias Penales, 1ra. Edición. México D. F. 1981.
16. Martínez P.: Química y física de las fibras textiles. Editorial Alambra. España 1976.

17. Montiel, sosa, J.: Criminalista. Editorial México. México D. F. 1963.
18. Moreno Luis R.: Ensayos criminológicos y criminalísticos. México D. F. 1971. ediciones Botas.
19. Moreno Luis R. manual de Introducción a la Criminalística Editorial Porrúa. México D. F. 1979.
20. Morrison R., Boyd R. química Orgánica. Fondo Educativo Interamericano. S. A. México D. F. 1977.
21. Muñoz, Sánchez MA: S.: Criminalidad. Fuentes Específicas. Cuadernos del Instituto Nacional de ciencias Penales. México D. F. 1980.
22. Roven, R. A. Reeve, V. C. : Acompararison and evaluation of techniques fro identification of synthetic. Fibers J. Sci: 15/3/410-81/1973.
23. Smalldon K.W. the Identification of acrilic fibers by polymer composition as determined by infrared spectroscopy and physical Characteristics. J. Forens. Sci. 18/1/69-81/1973.
24. San Martín Casa Moda Ramón. Farmacognossia Descriptiva. Editorial Científico Médica. Barcelona España. 1977.

25. Soderman H., O'Connel j. Métodos Modernos de investigación policíaca. Editorial Limusa. Primera Edición. México. 1975.
26. The textile Institute, Manchester, England. Identification of textile Materials. Traducción del Ingles. 1970 Editorial Blume. Barcelona España.
27. Vanderbosch C. Investigación de Delitos. Editorial Limusa. Primera Edición. México. 1976.
28. Villareal H. Apuntes de Criminalística. Instituto técnico de la Procuraduría General de Justicia del Distrito y Territorios Federales. México. 1982.
29. ASTM.. American Association of Textile Chemical and Colorist Method. United States. Año 1980. vol 32. 33. Año 1999. Vol. 6. 7. Año 2002 Vol 6.7.
30. Cortina Zepeda Horacio. Diseño, Calculo, Construcción, uso de una Columna de Gradiente de Densidad para Emplearse en Sistemas Poliméricos. Facultad de química. UNAM. 1995 Tesis.