



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

**METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA
IDENTIFICACIÓN DE LAS FIBRAS DE ALGODÓN**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN QUÍMICA INDUSTRIAL

PRESENTA:

SONIA ANGÉLICA LORANCA HERNÁNDEZ

ASESOR: Q. DELFINA ROJAS ROSALES

CUAUTILÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE



DEPARTAMENTO DE

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

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

Metodología empleada para la identificación de las fibras
de algodón.

que presenta la pasante: Sonia Angélica Loranca Hernández
con número de cuenta: 09755717-5 para obtener el título de:
Licenciada en Química Industrial

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 31 de Agosto de 2007.

PRESIDENTE MC. Laura Bertha Reyes Sánchez

VOCAL MAO. Magda Elena Beltrán Cuenca

SECRETARIO Q. Delfina Rojas Rosales

PRIMER SUPLENTE MC. Claudia Gutiérrez Castillo

SEGUNDO SUPLENTE MC. Bernardo Francisco Torres

[Handwritten signatures of the board members]

Señor: Haz que entienda, que todo lo que me sucede de bueno en la vida, es porque me lo merezco. Haz que entienda que lo que me mueve a buscar TU verdad, es la misma fuerza que movió a los Santos, que las dudas que tengo, son las mismas dudas que los Santos tuvieron y que las debilidades que siento, son las mismas debilidades que los Santos sintieron. Haz que yo sea lo suficientemente humilde, como para aceptar que no soy diferente de los otros, **Señor.**

"Jamás dejes que las dudas paralicen tus acciones. Toma siempre todas las decisiones que necesites tomar, incluso sin tener la seguridad o certeza, de que estas decidiendo bien".

DEDICATORIAS

A mis papás:

Por su sacrificio, tiempo y esfuerzo para hacer de mi una mujer profesionista con valores y principios, por su confianza y apoyo en todas mis decisiones.

A ti mamá:

Porque siempre trataste de enseñarme a hacer las cosas bien desde el principio y a valerme por mi misma y no depender de nadie.

A ti papá:

Porque me enseñaste a tener paciencia, porque tus consejos lograron que me mantuviera en el camino y porque siempre me dijiste "lo difícil no es llegar arriba, sino mantenerse ahí".

Espero no defraudarlos nunca, ni haberles causado alguna decepción.

A mis hermanos:

Peri, Ivona, Ale y Edgarín:

Porque aunque se burlaban y me decían aburrida "cuando estudiaba", sé que entendían que era necesario para que lograra llegar hasta este punto, porque me ayudaron en muchas ocasiones a estudiar y tomar decisiones, tal vez sin que se dieran cuenta y porque parte de este logro también es de ustedes.

A mí Lalo:

Porque desde que te conozco, me has dado tu apoyo sin condiciones, porque me enseñaste: que ningún tipo de vida es simple por más sencilla que parezca, a disfrutar la vida y las cosas sin complejos ni remordimientos, porque has creído en mí aún más que yo misma y me empujaste hasta el final sin permitir que me detuviera, pero sobre todo por darme el regalo más grande de todos, *nuestro bebé*.

A mi bebé:

Porque aún dentro de mí, me impulsas a terminar esta etapa en mi vida, para comenzar una nueva contigo y me motivas a ser, una mejor persona para ti y tu papá.

Para todos ustedes, porque de alguna forma, han sido un ejemplo para mí.

"Nuestra gloria más grande, no consiste en no haberse caído nunca, sino en haberse levantado después de cada caída".

Confusio

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Delfina, por su tiempo, dedicación, apoyo y consejos para realizar este trabajo y porque gracias a ella conocí el mundo de las fibras. Al departamento de textiles de Hacienda, a Erika, Ricardo y Sandra por todo lo que me enseñaron y las facilidades para usar el equipo y el laboratorio.

A los profesores Bertha, Magda, Claudia y Bernardo, por el tiempo que tuvieron que dedicar para que este fuera un buen trabajo, por sus consejos y atenciones.

A los industriales de la segunda generación. Al equipo de tocho, nunca olvidare todo lo que tuvimos que pasar para lograr que nos odiaran tanto. "Doris[†], no olvides la jugada que nos hizo ganar yardas muchas veces". A Joel por sus explicaciones y apoyo en estos últimos días. A Diana y Felipe, los mejores amigos que tuve en la Universidad. Y a los de la primera generación que adoptamos como de la segunda.

A la maestra Nelly y al maestro Rubén, por haber hecho de la danza mucho más que una actividad cultural, porque despertaron en mí un interés en ella que yo desconocía, porque además de ser maestros, se convirtieron en mis amigos y consejeros, por darme la oportunidad de experimentar nuevas sensaciones y hacer de mi una mejor persona. Por la confianza que depositaron en mi en cada momento y alentarme a continuar con la escuela. Espero no haberlos decepcionado nunca.

A Mari toña porque a pesar de todo siempre tienes una actitud positiva ante la vida y un buen consejo para darme, por tu amistad incondicional y confianza.

A todos gracias por su apoyo, amistad y confianza.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FIBRAS DE ALGODÓN

ÍNDICE GENERAL

Pág.

ÍNDICE DE FIGURAS.

ÍNDICE DE TABLAS.

RESUMEN.

PALABRAS CLAVES.

INTRODUCCIÓN.

1

OBJETIVOS.

3

CAPÍTULO 1 LAS FIBRAS TEXTILES Y SU CLASIFICACIÓN.

4

1.1 Fibras textiles.

4

1.2 Fibras químicas.

5

1.2.1 Fibras sintéticas.

5

1.2.2 Fibras artificiales.

5

1.3 Fibras naturales.

6

1.3.1 Fibras de origen animal.

6

1.3.2 Fibras de origen vegetal.

6

1.4 Generalidades de las fibras textiles.

7

1.5 Usos de las fibras textiles.

8

CAPÍTULO 2 EL ALGODÓN.

9

2.1 Generalidades.

9

2.1.1 Cultivo.

10

2.1.2 Especies cultivadas de algodón.

11

2.1.3 La recolección.

12

2.1.4 Condiciones del algodón para la cosecha.

13

2.2	Composición química de las fibras.	15
2.2.1	La celulosa.	15
2.3	Origen de las fibras.	16
2.4	Estructura de las fibras.	18
2.5	Propiedades químicas y físicas.	20
2.6	Principales características que determinan la calidad del algodón.	21
2.6.1	Longitud.	22
2.6.2	Finura.	23
2.6.3	Rizado.	23
2.6.4	Forma de la sección transversal.	24
2.7	Aplicaciones del algodón.	24
CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DE LAS FIBRAS DE ALGODÓN.		25
3.1	Generalidades.	25
3.2	Desmotado.	26
3.3	Proceso de hilatura.	26
3.3.1	Apertura, mezcla y limpieza.	26
3.3.2	Cardado y Peinado.	28
3.3.3	Estirado.	31
3.3.4	Hilado.	32
3.4	Mercerizado.	34
3.5	Descrude.	35
3.6	Blanqueo.	35
CAPÍTULO 4 DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LOS PRINCIPALES PROCESOS QUÍMICOS DE LAS FIBRAS DE ALGODÓN.		36
4.1	Proceso del mercerizado.	36
4.1.1	Material y reactivos.	36
4.1.2	Desarrollo experimental.	37
4.1.3	Efecto de la mercerización.	38
4.2	Proceso del descrude.	39
4.2.1	Material y reactivos.	39

4.2.2	Desarrollo experimental.	40
4.3	Proceso del blanqueo.	41
4.3.1	Material y reactivos.	41
4.3.2	Desarrollo experimental.	42
CAPÍTULO 5	METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA FIBRA DE ALGODÓN.	43
5.1	Generalidades.	43
5.2	Inspección visual.	44
5.2.1	Material.	44
5.2.2	Desarrollo experimental.	44
5.3	Método de la combustión.	45
5.3.1	Material.	45
5.3.2	Desarrollo experimental.	46
5.4	Observación microscópica.	48
5.4.1	Sección longitudinal.	48
5.4.1.1	Material	48
5.4.1.2	Algodón sin mercerizar.	49
5.4.1.3	Algodón mercerizado.	50
5.4.2	Sección transversal	51
5.4.2.1	Material	51
5.4.2.2	Algodón sin mercerizar.	51
5.4.2.3	Algodón mercerizado.	53
5.5	Método de la solubilidad.	53
5.5.1	Material y reactivo.	53
CAPÍTULO 6	RESULTADOS	55
6.1	Resultados del desarrollo experimental de los principales procesos químicos.	55
6.2	Resultados de la identificación de la fibra de algodón.	57
CAPÍTULO 7	CONCLUSIONES.	61
CAPÍTULO 8	BIBLIOGRAFÍA.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.	Clasificación de las fibras textiles.	4
Figura 2.	Campo de algodón.	10
Figura 3.	Máquina cosechadora.	12
Figura 4.	Cosecha de algodón.	13
Figura 5.	Estructura de la celulosa.	16
Figura 6.	Cápsula o "bellota" de algodón.	17
Figura 7.	<i>Gossypium Barbadense</i> .	17
Figura 8.	Cápsulas abiertas de algodón.	18
Figura 9.	Estructura de la fibra	18
Figura 10.	Convoluciones de la fibra de algodón.	19
Figura 11.	Pacas de algodón.	27
Figura 12.	Máquina abridora.	27
Figura 13.	Desperdicios de algodón.	28
Figura 14.	Máquina de cardado.	29
Figura 15.	Algodón cardado.	29
Figura 16.	Máquina Peinadora.	30
Figura 17.	Algodón peinado.	30
Figura 18.	Fibras torcidas resultantes del peinado.	31
Figura 19.	Máquinas de estirado del algodón.	31
Figura 20.	Conos de hilo de algodón obtenidos del estirado.	32
Figura 21.	Hiladora de usos múltiples "Spinning -Jenny" de James Hargreaves.	33
Figura 22.	Dibujo de la mula que hace girar de Samuel Crompton (1823).	33
Figura 23.	Hilado y torcido del algodón obtenido del estirado.	34
Figura 24.	Destorcido de un hilo de algodón.	44
Figura 25.	Tipos de hilos.	45
Figura 26.	Hilo de elastano.	46
Figura 27.	Prueba de combustión en hilos de algodón.	47
Figura 28.	Cenizas obtenidas de la combustión de los hilos de algodón.	47
Figura 29.	Humo blanco resultante de la combustión.	48
Figura 30.	Hilo de algodón en portaobjetos.	49

Figura 31. Fibras de algodón en sección longitudinal.	50
Figura 32. Fibras de algodón mercerizado en sección longitudinal.	50
Figura 33. Alambre de cobre sujetando los hilos de algodón.	51
Figura 34. Hilos de algodón a través de la placa metálica.	52
Figura 35. Fibras de algodón sin mercerizar en sección transversal.	52
Figura 36. Fibras de algodón mercerizado sección transversal.	53
Figura 37. Tejido de algodón en ácido sulfúrico al 80%.	54
Figura 38. Algodón mercerizado.	55
Figura 39. Prueba de combustión del algodón.	57
Figura 40. Observación microscópica del algodón sin mercerizar.	58
Figura 41. Observación microscópica del algodón mercerizado.	58
Figura 42. Observación microscópica del algodón sin mercerizar en sección transversal.	59
Figura 43. Observación microscópica del algodón mercerizado en sección transversal.	59
Figura 44. Solubilidad del algodón en ácido sulfúrico.	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de las fibras de algodón.	15
Tabla 2. Clasificación de las fibras de algodón según su longitud.	22
Tabla 3. Resultados de la mercerización de la franela blanqueada.	55
Tabla 4. Resultados del descruce de manta cruda de algodón.	56
Tabla 5. Resultados del blanqueo de manta cruda de algodón.	56
Tabla 6. Resultados de la combustión de las fibras de algodón.	57
Tabla 7. Solubilidad del algodón en ácido sulfúrico.	60

RESUMEN

El presente trabajo, tiene como finalidad proporcionar la información necesaria, para desarrollar una buena identificación de las fibras de algodón en productos comerciales de uso común.

El material comprende desde la clasificación de las fibras textiles, hasta el desarrollo experimental de los métodos de identificación de las fibras de algodón.

El primer capítulo, nos introduce a las fibras textiles y nos da información de la clasificación y usos de éstas. Los siguientes capítulos, profundizan más sobre las fibras de algodón, sus procesos e identificación.

El capítulo 2, contiene información útil para el desarrollo del capítulo 5, ya que trata sobre las características y propiedades que son necesarias conocer en el momento de realizar la identificación.

Los capítulos 3 y 4, describen algunos de los procesos químicos y físicos que sufren éstas fibras. Se menciona de manera general, sus características más importantes para llevar a cabo el proceso a nivel laboratorio. La finalidad de estos capítulos, es dar a conocer el camino que siguen las fibras desde la planta hasta nuestras manos.

Se espera que este trabajo, ayude a identificar fibras, hilos y telas mediante los métodos aquí descritos y desarrollar interés en los textiles, para motivar un estudio más profundo.

Palabras clave

Fibra, algodón, procesos, mercerizado, blanqueo, descruce, identificación.

INTRODUCCIÓN

Las necesidades de los seres humanos son innumerables y variables. Los hombres primitivos apenas tuvieron mayores necesidades que los animales, pero con el paso del tiempo éstas fueron cambiando, creciendo y con ellas su manera de satisfacerlas.

El vestido, es resultado de la necesidad de protección ante causas naturales, éste varía con el clima, las estaciones del año y un poco con la naturaleza de las ocupaciones. Con esto surge el deseo de dar amplitud en el desarrollo a la actividad textil y a crear por tanto una variedad creciente de tela.⁽⁴⁾

En la industria, fibra textil se entiende como una sustancia de origen natural, artificial o sintética de longitud relativamente grande y resistente, que se puede hilar o utilizar para fabricar telas mediante operaciones como tejido, trenzado, etcétera.⁽³³⁾

De las muchas fibras ofrecidas por la naturaleza, únicamente un número limitado de ellas ha conseguido importancia en la industria textil. Estas fibras pueden ser de origen animal o vegetal. Las fibras vegetales son productos cuya sustancia base es la celulosa. Gran parte de éstas se han usado desde tiempos remotos en la fabricación de vestidos y telas. Actualmente, tienen gran demanda en el mundo e incluso compiten con la lana, seda y fibras químicas, por su calidad, resistencia, durabilidad, coloración y lustre.^(1, 6-7)

El algodón es la fibra de origen vegetal de mayor uso, que se desarrolla como resultado de la floración en especies como *Gossypium barbadense* y *Hirsutum* principalmente, de donde es desprendida después de que el capullo alcanza su madurez.

En la industria, el algodón sufre de varios procesos. Uno de ellos es la mercerización, que consiste en tratar la fibra con soluciones de sosa cáustica, con la finalidad de reducir las convoluciones o dobleces, adquiriendo así, un aspecto lustroso y sedoso.

La identificación de las fibras de algodón, se realiza en forma de hilos, tejidos o telas. Para llevarla a cabo, existen diversos métodos como son la prueba de combustión y la observación microscópica, entre otros.

Debe tenerse en cuenta, que si bien las fibras sintéticas han logrado impactar con fuerza en campos de aplicación propios del algodón, ésta fibra continúa siendo la más utilizada, gracias a sus diversas propiedades y bajo costo.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Llevar a cabo la identificación de las fibras de algodón, mediante diferentes métodos, aplicando los conocimientos adquiridos en la materia de fibras y colorantes.

Objetivos particulares:

1. Conocer las principales características y propiedades químicas y físicas de las fibras de algodón.
2. Describir los principales procesos químicos y físicos que sufren las fibras de algodón.
3. Identificar el origen vegetal de las fibras de algodón aplicando el método del quemado o combustión.
4. Identificar y diferenciar las fibras de algodón sin mercerizar y mercerizado, mediante el método de la observación microscópica.
5. Identificar las fibras de algodón observando el efecto de los ácidos sobre estas fibras mediante el método de la solubilidad.
6. Aplicar los conocimientos adquiridos en la materia de fibras y colorantes.

CAPÍTULO 1 LAS FIBRAS TEXTILES Y SU CLASIFICACIÓN

1.1 FIBRAS TEXTILES

Clasificación de las fibras textiles, en función de su origen (Figura 1).⁽⁴⁰⁾

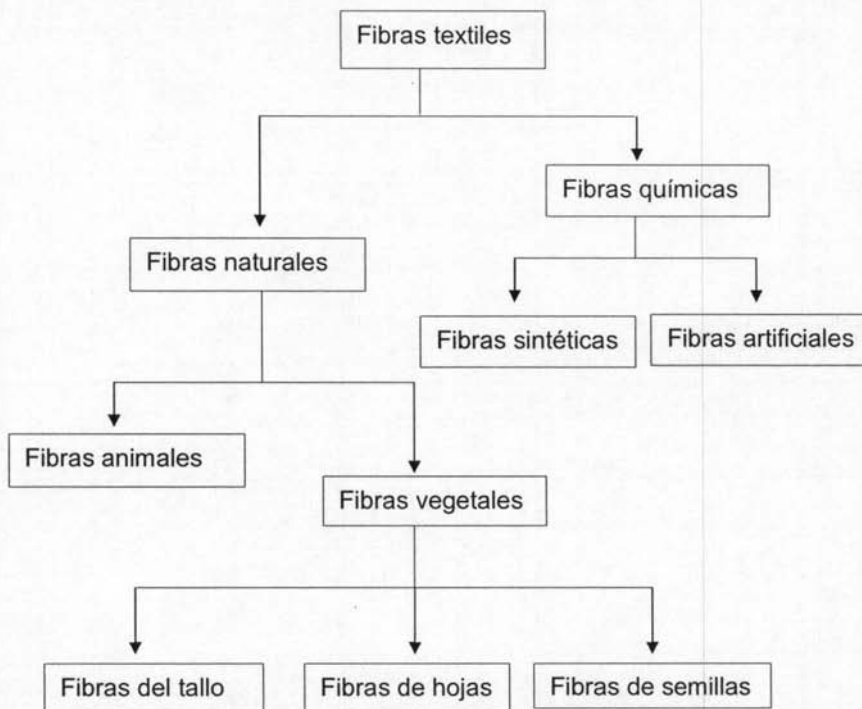
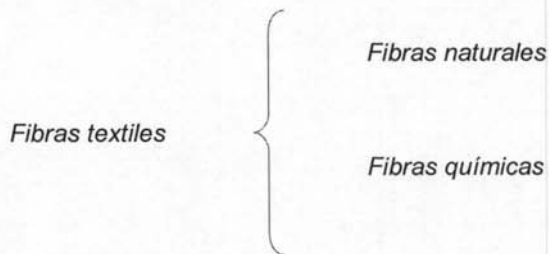


Figura 1. Clasificación de las fibras textiles.

Las fibras textiles pueden clasificarse en dos grandes grupos.



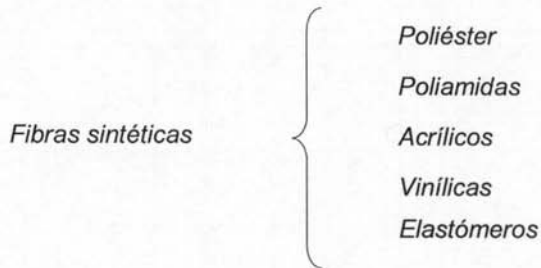
1.2 FIBRAS QUÍMICAS

Las fibras químicas son aquellas que han sido elaboradas por los seres humanos, se dividen en:



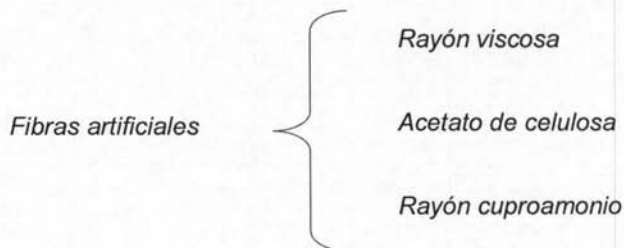
1.2.1 Fibras sintéticas

A diferencia de las fibras artificiales, las fibras sintéticas se obtienen directamente por síntesis química.



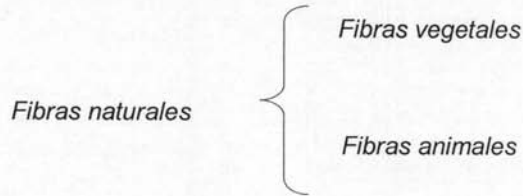
1.2.2 Fibras artificiales

Las fibras artificiales, son aquellas que se obtienen por transformación química de polímeros naturales. El desarrollo y empleo de estas fibras ha venido impulsado por la gran demanda de fibras textiles, la que no es posible hoy en día satisfacer únicamente por las fibras naturales. La clasificación de estas fibras es la siguiente. ^(2,49)



1.3 FIBRAS NATURALES

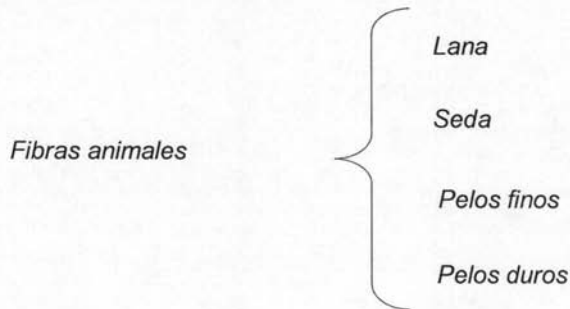
Las fibras naturales como su nombre lo indica, provienen de materias naturales, como son los vegetales y animales, a continuación la clasificación de las fibras naturales. ⁽⁷⁾



1.3.1 Fibras de origen animal

Estas fibras son utilizadas desde la época babilónica, sin embargo, su verdadera utilización se presentó a principios de la edad de hierro, cuando se inventaron las tijeras para el corte de lana.

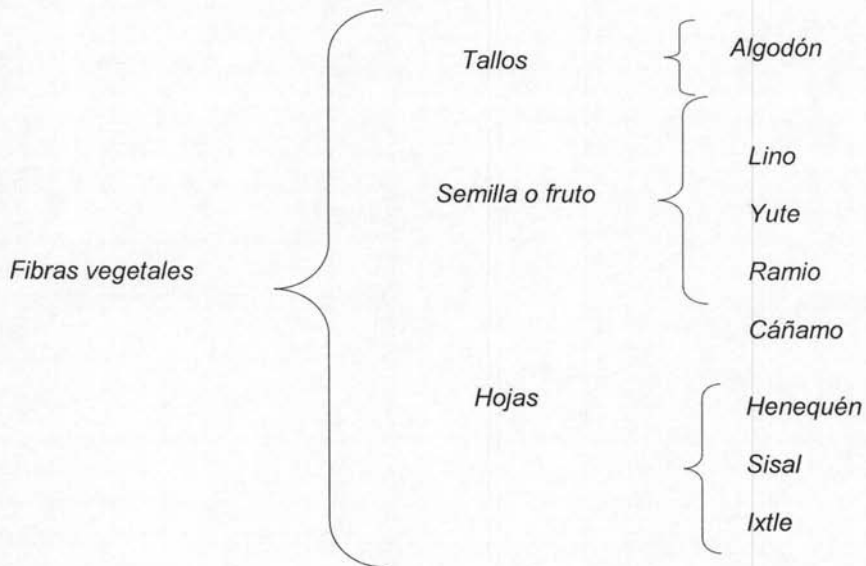
Las fibras animales tienen su propia clasificación.



1.3.2 Fibras de origen vegetal

Desde el punto de vista de su estructura, las fibras vegetales se clasifican en tres tipos principales: en primer lugar, fibras de semillas o de fruto, que forman el pelo suave que envuelve las semillas de algunas plantas; el segundo tipo es el de las fibras de líber o tallo, que son las fibras fuertes, que crecen entre la corteza y el tallo, por último el tercer tipo son las fibras vasculares, que son aquellas que se encuentran en las hojas. ^(7, 38, 40)

A continuación la clasificación de las fibras vegetales:



1.4 GENERALIDADES DE LAS FIBRAS TEXTILES

Las fibras son estructuras largas y delgadas, se doblan con facilidad y su uso principal es la creación de tejidos. Tienen una longitud muy superior a su diámetro y están orientadas a lo largo de un solo eje.

Como los textiles son de naturaleza orgánica, están expuestos al ataque de ciertos hongos y bacterias, los factores más corrientes de deterioro, son aquellos que favorecen el desarrollo de estos organismos; es decir, el calor húmedo, la falta de ventilación, y el contacto con sustancias en estado de descomposición.

1.5 USOS DE LAS FIBRAS TEXTILES

Los usos de las fibras textiles son de altísima aplicación dentro de la agricultura, cordelería, decoración, artesanías, industria automotriz, textiles, confecciones, papel, aseo, entre otros. Encontrando su principal uso en la elaboración de telas para vestido, donde los filamentos de fibra deberán ser más finos, dóciles, con buen lustre y fortaleza para que puedan hilarse fácilmente. ⁽⁴⁰⁾

Con la aparición de nuevas fibras artificiales y sintéticas, se ha enriquecido considerablemente la posibilidad de selección de materias primas para los diversos usos.

Las fibras naturales, no podrían cubrir por si solas las necesidades mundiales de materia prima, que cada día van en aumento.

Sin embargo, las fibras sintéticas tampoco han de sustituir a ninguna de las fibras existentes, ya que el uso exclusivo de estas fibras tan solo se da en casos en los que destaquen sus propiedades peculiares. ⁽⁶⁾

Así encontramos fibras como el lino, algodón, yute y sisal, que han sido usadas desde hace más de 6000 años A.C., como materia prima no solo en la industria textil, sino también en diferentes áreas de aplicación como cosméticos y medicina.

El algodón representa la principal fuente de fibra textil a nivel mundial, ya que este cultivo crece y se desarrolla en una gran diversidad de condiciones ecológicas.

Tanto las fibras naturales como las fibras químicas, están encontrando cada vez más usos y aplicaciones en el mercado textil.

CAPÍTULO 2 EL ALGODÓN

2.1 GENERALIDADES

El algodón, es la planta productora de fibra textil suave más importante del mundo y su cultivo es de los más antiguos. El algodnero es originario de Asia Menor (su nombre proviene del árabe "alcotón").⁽³⁴⁾

Las referencias más antiguas de artículos textiles de algodón, se remontan a 5800 años antes de la era cristiana. En América, arqueólogos realizaron excavaciones al pie de los andes peruanos y encontraron restos de fibras textiles de 2500 años A. C.

En México, las culturas prehispánicas utilizaron la fibra de algodón para elaborar telas, combinándola con colorantes naturales de la región, esta práctica se sigue realizando en nuestros días, obteniendo telas artesanales de diversos diseños y colores muy vivos. La primera región en la que se cree que se cultivó el algodón, fue en Veracruz.⁽⁵³⁾

El algodón tiene también una importancia de carácter social, porque exige mucha mano de obra. Cumple un rol social como fuente de trabajo, sobre todo para su cosecha. Como las cápsulas no se abren todas al mismo tiempo, se deben realizar varias "pasadas", por eso la recolección hecha a mano es más segura. Esto, como es lógico suponer, da trabajo a muchas familias desde el mes de febrero hasta mayo, aproximadamente. Muchos de los cosecheros, llamados "golondrinas" provienen de otras regiones.⁽⁵¹⁾

La hilaza o la fibra de las variedades cultivadas varía del blanco al pardo oscuro o pardo rojizo. La longitud oscila entre 15 mm y 45 mm, mientras que el diámetro varía de 20 a 30 micras. La generalización de su uso se debe sobre todo a la disposición de las fibras para que se puedan trenzar en hilos, su absorbencia y la facilidad con que se lava y tiñe.⁽⁵⁰⁾

2.1.1 Cultivo

El algodón es una planta que ha sido adaptada para ser utilizada por el hombre. La siembra se realiza entre los meses de septiembre a noviembre. La cantidad y calidad de la cosecha dependen de la buena elección de la semilla.

Luego de nacidas las plantas, especialmente cuando tienen de ocho a diez hojas y aproximadamente veinticinco centímetros de altura, se realizan la eliminación de algunas de ellas, para que las restantes queden distanciadas en forma pareja, una de la otra, facilitando su crecimiento y una producción efectiva. ⁽³⁴⁾

La caída de las hojas, se lleva a cabo con productos químicos. La defoliación, minimiza la contaminación por materia vegetal verde y reduce la acumulación del rocío, que humedece la fibra por las mañanas. No debe defoliarse antes de que se hayan abierto al menos el 60 % de las cápsulas; la recolección debe hacerse como mínimo entre 7 y 14 días después de la defoliación (el tiempo exacto depende del producto y de las condiciones meteorológicas).

En la cápsula, se encuentran las semillas que constituyen la fibra llamada algodón. La floración, formación de los frutos y apertura posterior, indican el momento en que los cosecheros comienzan a moverse para recolectar lo que se ha dado en llamar "oro blanco" (Figura 2). ^(24, 34)



Figura 2. Campo de algodón.

2.1.2 Especies cultivadas de algodón

Las características de las fibras de algodón, presentan una gran variabilidad respecto a su longitud, madurez, delicadeza, uniformidad y resistencia; parámetros que constituyen los elementos básicos para determinar su posterior aplicación. ⁽⁴²⁾

El algodón es una planta de la familia de las malváceas, género "*Gossypium*". Su flor puede ser de color blanco, amarillo o rojo púrpura. De dicho género existen diversas familias, de las que se pueden citar como las más importantes:

Gossypium hirsutum. Planta anual de fibra corta. Se cultiva preferentemente en América, proporcionando la mayor parte del "algodón americano", que es utilizado para la fabricación de tejidos de tipo medio. ⁽³⁶⁾

EL algodón Upland, pertenece a la especie *hirsutum*, que se cultiva en la mayor parte de los países algodoneros del mundo y constituye más de la mitad de la producción mundial. Se le considera originario de México. Su copo es blanco y el largo de sus fibras varía de 22 a 30 milímetros. ^(9-10, 24)

Gossypium barbadense. Vive de 1 a 2 años, alcanzando alturas de 2 a 3 metros. Su fibra es la más larga conocida (aproximadamente 5 centímetros) y se le denomina "algodón de fibra larga".

En 1838 el Sr. Jumel lo aclimató en Egipto, pasando así a ser llamado "algodón Jumel" o "algodón egipcio – americano". Podríamos decir que, la palabra "Jumel", es utilizada por los publicitarios de todo el mundo cuando quieren destacar las buenas cualidades de un tejido de algodón. Es el tipo más perfecto que se conoce. Se cultiva en América del Norte con el nombre de Sea Island, su fibra es color beige, de alta calidad, gran precio y se emplea para la fabricación de tejidos finos. ⁽³⁶⁾

A esta especie, también pertenecen las variedades Pima y Tanguis. Se cultivan en Perú. El algodón Pima Peruano, es el algodón fino de fibra más larga en el mundo, solamente comparable al algodón Egipcio. Cuando este tipo de algodón es procesado correctamente,

tiene un brillo especial y una suavidad al tacto insuperable, como un algodón mercerizado. ⁽³⁵⁾

Además, también es más resistente que los demás algodones, haciendo las prendas más durables. La variedad Tanguis es la más cultivada en el Perú. Produce un algodón de fibra larga, extra-blanco y muy resistente. Cuando es procesado correctamente, brinda un tacto muy suave, además de una absorción excelente. ^(25, 30)

Gossypium herbaceum. Es una planta de menos de un metro de altura, crece en climas favorables. Se cultiva con preferencia en la India, Persia, China y algunas zonas europeas. Es conocido como Algodón indio. ⁽³⁶⁾

Gossypium arboreum: Puede vivir 5 ó más años, llegando a los 6 metros de altura. Es originario de la India, donde se le considera como planta sagrada y se utiliza para la fabricación de géneros para el culto, se le llama también *G. Relligiosum*. Su fibra, es corta y escasa. ⁽⁵⁾

2.1.3 La recolección

El algodón, es un cultivo que exige mucha mano de obra, sobre todo en la recolección del producto. Ésta, se hace a máquina o a mano.

El sistema mecánico, exige la existencia de un cultivo con mayor control de malezas, en algunos casos la utilización de reguladores de crecimiento y la siembra de variedades experimentadas (Figura 3).



Figura 3. Máquina cosechadora.

La cosecha manual consiste en recolectar el algodón, extrayendo las fibras del capullo (también llamados bellotas en México) e introduciéndolos en sacos o bolsas de algodón, para evitar la contaminación (Figura 4).

Este método de recolección, permite obtener una mayor calidad, ya que el algodón obtenido es más limpio. Sin embargo, en los países en los que la mano de obra es costosa, se emplea maquinaria de cosecha, sacrificando así calidad por menores costos. ⁽⁵³⁾

El proceso manual se realiza en varias pasadas denominadas "manos".

La primera cosecha o "primera mano", se da aproximadamente a los 260 días de la siembra, cuando las cápsulas de las partes bajas y medias están completamente abiertas.

La "segunda mano", se da luego de 20 ó 30 días de la primera. El 80% de la producción se obtiene en la "primera mano", el resto en la segunda.



Figura 4. Cosecha de algodón.

2.1.4 Condiciones del algodón para la cosecha

La máxima calidad del producto, se tiene en el momento de la apertura de las cápsulas,

este es el mejor momento para hacer su recolección.

El contenido de humedad del algodón antes y durante el almacenamiento es muy importante, ésta no debe superar el 10%, el exceso hace que el algodón almacenado se caliente demasiado, lo que trae como consecuencia la decoloración de la fibra, la aparición de agentes nocivos, como bacterias y hongos, lo cual provocaría que la fibra se manche y pudra, existiendo también la posibilidad de una combustión espontánea y por lo tanto de pérdida total. En este caso, es necesario secar inmediatamente el algodón cosechado. ⁽⁴⁴⁾

Para el almacenaje, se recomienda cosechar el algodón únicamente cuando la humedad es inferior al 60%. En estas condiciones la planta alcanza un contenido de humedad aproximado del 10%, la semilla del 12% y la fibra del 8%.

Según determinaciones del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), para alcanzar estos valores de humedad, la cosecha debe realizarse entre las 11 y las 18 horas, cuando ésta se realiza en el período de febrero-marzo. Si no fuera así, debe procederse al secado de las fibras para un almacenamiento seguro.

Pero, la humedad tampoco debe ser demasiado baja (menos del 5 %), ya que provocaría la rotura de las fibras, al separarlas de la semilla, reduciendo apreciablemente su longitud.

Desde el punto de vista de calidad, el algodón con un elevado contenido de fibras cortas produce demasiados desechos en la fábrica textil, por esto se evita que se rompan demasiadas fibras, manteniendo la humedad entre un 6 y un 10%.

También, hay que controlar la temperatura interna de los módulos de almacenamiento durante los primeros 5 ó 7 días, si se experimenta un aumento de temperatura de más de 11°C, la fibra debe desmotarse inmediatamente para evitar la posibilidad de pérdidas importantes. ⁽⁵³⁾

Otro factor importante son las malezas. Un cultivo limpio y con eficiente defoliación permitirá, una cosecha con mínimas impurezas, ya que las mismas tienen una influencia directa sobre el contenido de humedad. Las malas hierbas, se combaten con ayuda de diversos métodos mecánicos y químicos, que incluyen herbicidas antes y después de la

plantación.

El control de estas hierbas, es esencial para obtener grandes cantidades de fibra de calidad, ya que éstas, reducen el rendimiento y la eficacia de la recolección hasta en un 30%.

Además de la humedad y la temperatura, existen otras variables que influyen en la calidad de la fibra como son: la duración del almacenamiento, la cantidad de materia extraña, factores climáticos durante el almacenamiento y la protección del algodón contra la lluvia y la humedad del suelo. ⁽⁴⁴⁾

2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS FIBRAS

La composición química de las fibras vegetales es de naturaleza compleja debido a la existencia de varias clases de constituyentes, de los cuales la celulosa es la más importante. Las fibras de algodón están constituidas por celulosa prácticamente pura, con un porcentaje superior al 90% (Tabla 1). ^(19, 36)

Tabla 1. Composición química de las fibras de algodón.

Celulosa pura	91.50%
Agua	7.50 %
Proteínas	0.52 %
Grasa y ceras	0.35 %
Cenizas	0.13 %

2.2.1 La celulosa

La celulosa es un homopolisacárido lineal (es decir, compuesto de un único tipo de monómero) rígido, insoluble, que está formado por hasta 15000 unidades de D-glucosa, el enlace es β (1 \rightarrow 4) glucosídico (Figura 5).

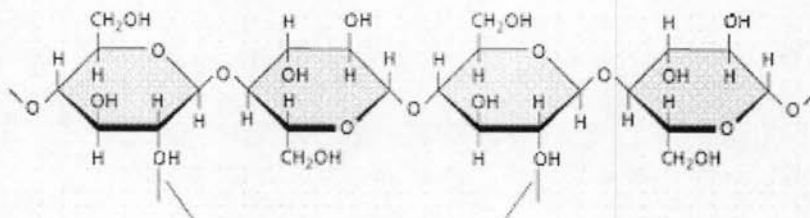


Figura 5. Estructura de la celulosa.

La celulosa es una larga cadena polimérica de peso molecular variable, con fórmula empírica $(C_6H_{10}O_5)_n$, con un valor mínimo de $n = 200$.^(16, 26)

2.3 ORIGEN DE LAS FIBRAS

En México, al botón floral se le conoce como "papalote" y al fruto o cápsula como "bellotas". Cuando la flor se desprende, la cápsula empieza a crecer, ésta puede ser ovalada, alargada o más o menos esférica (Figura 6). Al inicio de la formación, es de color verde, luego café rojizo y al madurar es grisáceo-negruzco. Esta adquiere su tamaño definitivo en unas 3 semanas y después de su floración, se abre alrededor de 40 a 50 días, el tiempo de crecimiento de la fibra dentro de ella.^(2, 9, 42)

Las fibras del algodón se desarrollan en la cápsula en tres períodos:

- El primer período es de alargamiento, en el cual se desarrolla la pared primaria (0 a 27 días).
- Durante el segundo período (15 a 50 días), dentro de la pared primaria, se deposita una masa de celulosa casi pura.
- En el tercer período cuando ha madurado la cápsula, la pared secundaria llena la mayor parte del volumen celular.

El número de semillas por cápsula es aproximadamente de 20 a 40, con fibras cortas, medianas y largas además de fibrillas cortas a las que se les conoce como linter o pelusa, que

varían del color blanco a grisáceo.

Al nacer la semilla es muy pequeña, sin embargo, se cubrirá de unos 15,000 a 20,000 pelos (de los cuales, 10,000 fibras son de pelusa). Al madurar las cápsulas se abren y emerge la fibra de las semillas (Figura 8), en este estado se le conoce como "capullo".⁽⁹⁾



Figura 6. Cápsula o "bellota" de algodón.

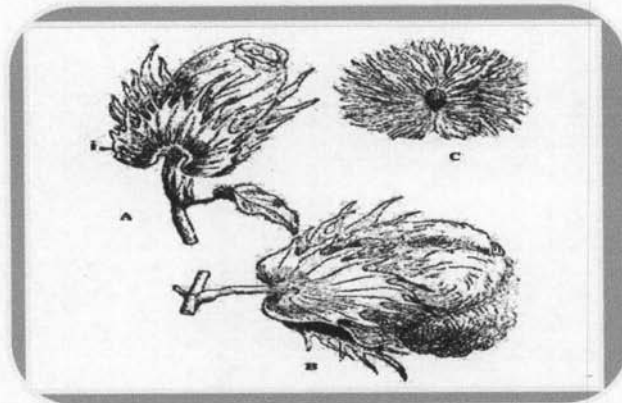


Figura 7. *Gossypium barbadense*. A. Flor a punto de abrirse. B. Cápsula abierta mostrando el algodón. C. Semilla con su fibra.



Figura 8. Cápsulas abiertas de algodón.

2.4 ESTRUCTURA DE LAS FIBRAS

Es importante señalar, que la fibra de algodón está formada por una cutícula, una pared primaria, una pared secundaria y un lumen (Figura 9).

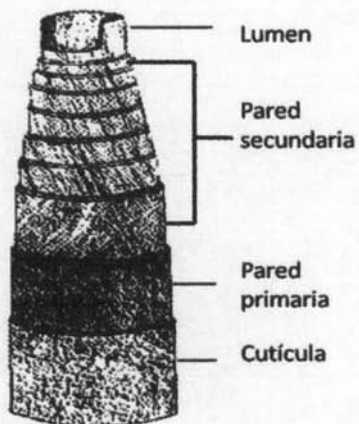


Figura 9. Estructura de la fibra.

La *cutícula*, es una capa cerosa externa que contiene pectinas. Sirve como un revestimiento uniforme, resistente al agua, que protege al resto de la fibra. Esta capa se elimina de la fibra con el descruce.

La *pared primaria*, es la delgada pared celular original. Está hecha principalmente de celulosa. Esta estructura, es la única visible hasta el final del alargamiento de la fibra.

La *pared secundaria*, consiste de capas de celulosa. Se forma a medida que aumenta el espesor de la fibra, al depositarse capas de celulosa desde el interior de la pared primaria. Esta pared no se desarrolla uniformemente, ya que las capas de celulosa que se depositan en la noche, difieren de las del día en densidad.

Las capas de celulosa, están compuestas por fibrillas que se reúnen en microfibrillas, que son visibles con microscopio electrónico, y que no son otra cosa que celulosa distribuida en forma de espiral. En ciertos puntos las fibrillas invierten su dirección.

Estas espirales invertidas, son un factor importante en el torcido, la recuperación elástica y el alargamiento de la fibra. La pared secundaria es, en efecto, celulosa casi pura, el mayor constituyente en el algodón.⁽²⁹⁾

Tras la abertura de las cápsulas, las fibras se secan, se aplastan y se rizan. El sentido del rizo, es el resultado de las fuerzas opuestas de las espirales, entonces hay convoluciones en la fibra (Figura 10).⁽¹⁸⁾

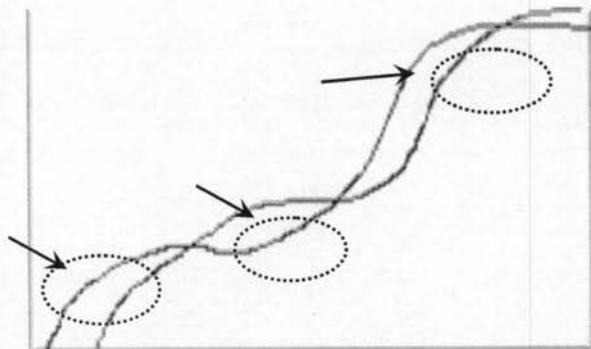


Figura 10. Convoluciones de la fibra de algodón.

En la pared secundaria, se distinguen tres capas:

- 1.- La *capa externa*, formada por el primer depósito de celulosa y con una estructura en sentido inverso al de las capas siguientes.
- 2.- La *capa central*, formada por los sucesivos depósitos diarios de celulosa, que constituye el cuerpo de la fibra, cuya formación completa en una fibra madura, requiere entre 20 y 25 días.
- 3.- La *capa interna*, es de naturaleza similar a la pared primaria, dejando un canal central vacío, o "lumen". Éste, es la parte central a través del cual se transportan los nutrientes a lo largo de la fibra. Cuando la fibra madura y se abre la cápsula, se secan los nutrientes y se colapsa, dando las características áreas oscuras que se pueden ver en el microscopio. Esto deja un gran vacío o poro central en cada fibra. ⁽⁵⁾

2.5 PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS

- El algodón posee una excelente resistencia a los álcalis.
- La mayor parte del daño que experimenta la fibra se debe a la presencia de productos oxidantes en los detergentes.
- Esta fibra es hidrolizada por ácidos minerales diluidos en caliente o concentrados en frío. No es afectada por ácidos débiles al frío.
- No es atacado por los disolventes orgánicos.
- Blanquea con soluciones de peróxido de hidrógeno e hipoclorito sódico.
- Es insoluble en agua.
- La capacidad del algodón para absorber humedad y eliminarla hace que sea una fibra confortable para el usuario. La fibra absorbe del 8.0% al 8.5% de la humedad del aire cuando el clima es normal.

- Produce cenizas al contacto con el fuego.
- La longitud de la fibra de algodón varía genéticamente, aproximadamente de 15 a 45 milímetros.
- La sección transversal presenta una forma arriñonada.
- El color varía del blanco al pardo rojizo.
- Los tejidos de algodón se lavan con facilidad, es resistente a los lavados repetidos.
- El lavado en seco evita su encogimiento y la pérdida de luminosidad de los colores.
- Las telas pueden hervirse en autoclave para esterilizarlas. No se necesitan precauciones especiales para el planchado. Esta temperatura es de 218°C, 425°F.
- Buen conductor del calor.
- Buena capacidad de soportar temperaturas elevadas.
- No conduce la electricidad.
- La fibras es atacada por hongos y resistente a las polillas.
- Se tiñe con colorantes directos y reactivos.
- Las telas se arrugan considerablemente.
- La mayoría de las fibras de algodón no tienen brillo, pero esta propiedad se obtiene por mercerización.
- Es adecuada para prendas de verano, toallas, pañales, pañuelos y ropa interior. ^(3, 38)

2.6 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA CALIDAD

DEL ALGODÓN

Para determinar una buena calidad, se busca la relación de las propiedades de la fibra con las de hilado resultante. Sobre esa relación, inciden factores de desmote, resistencia, alargamiento, eficiencia de hilatura y propiedades del hilado, teniendo en cuenta las propiedades de la fibra. A todos ellos deben agregarse la influencia de los factores genéticos y climáticos. ⁽³⁴⁾

La calidad de la fibra, es máxima el día en que se abre la cápsula de algodón. La exposición a la intemperie, la recolección mecánica, la manipulación, el desmotado y el

proceso de fabricación pueden disminuir la calidad natural.

Varios factores indican la calidad general de una fibra de algodón. Los más importantes son: la longitud, la finura, el rizado y la sección transversal, aunque también lo son la resistencia, el contenido de fibra corta, la madurez, el contenido de partículas extrañas y el color.

La fibra del algodón, tiene la forma de una cinta plana, con bordes redondeados, retorcida sobre si misma y de 15 a 45 milímetros de longitud. Su finura oscila de 20 a 40 micras. En la planta tiene un color que va del blanco al pardo. ⁽³⁵⁾

En cuanto a pureza, el algodón recogido a mano es más puro que el cosechado a máquina.

Respecto al brillo, la mayoría de los tipos son mate, solo el algodón egipcio y el algodón peruano tienen un leve brillo. La mayoría obtiene brillo por medio de la mercerización. La textura del algodón es suave y cálida.

2.6.1 Longitud

La longitud de la fibra, es determinada en gran medida por la variedad, no obstante, un mal tratamiento en el cultivo y en el desmote pueden acortar la fibra. La finura del hilado que se puede producir a partir de una fibra determinada, se ve influenciado por la longitud de ésta (Tabla 2). Los algodones largos son los más finos. ⁽²⁾

Tabla 2. Clasificación de las fibras de algodón según su longitud.

Fibra muy corta	<20 mm
Fibra corta	20.1 a 23.8 mm
Fibra media	23.9 a 28.6 mm
Fibra larga	28.7 a 35 mm
Fibra extra larga	>35 mm

El tiempo, deficiencias de nutrientes, la limpieza excesiva y/o la sequedad en el almacenaje pueden afectar la longitud de la fibra.

La uniformidad de la longitud afecta la calidad, resistencia del hilado y la eficiencia del proceso de hilatura.

El algodón con un índice de uniformidad bajo, tiende a incluir un porcentaje alto de fibras cortas. Este tipo de algodón puede ser difícil de procesar y producirá un hilado de baja calidad.

2.6.2 Finura

Es la medida del grosor de las fibras y está relacionado con el diámetro. La finura de una fibra, determina en buena medida el comportamiento y la sensación al tacto de los textiles.

Las fibras gruesas son rígidas, ásperas, dan cuerpo y comunican firmeza al artículo textil. También ofrece resistencia al arrugado, propiedad importante en el caso de las alfombras.

Las fibras finas comunican suavidad, flexibilidad y buena caída a los artículos textiles. Es uno de los principales parámetros que determinan la calidad, el precio de las fibras naturales y por lo tanto en las fibras de algodón.

2.6.3 Rizado

El algodón posee un rizado natural. Se conoce como rizado de una fibra a las ondas, rizos o dobleces que suceden a lo largo de su longitud, también son llamadas convoluciones, las cuales caracterizan a las fibras de algodón.

Las convoluciones pueden ser una desventaja, ya que en ellas se recolecta el polvo y

la suciedad que se eliminan con el lavado. El algodón de fibra larga tiene aproximadamente 300 convoluciones por pulgada, el de fibra corta tiene menos de 200.

También influye en la voluminosidad de los hilos y en el tacto de los tejidos. Aumenta la absorbencia, la conservación del calor y el confort al contacto de la piel, pero reduce el brillo.

(2, 38)

2.6.4 Forma de la sección transversal

Es una propiedad importante, que influye en otras propiedades como el brillo, volumen y tacto.

Así mismo, también tiene importancia la forma o característica de la superficie lateral de la fibra. Su importancia se manifiesta en el tacto y textura pero también en la facilidad a alojar suciedad.

La fibra de algodón presenta una superficie lisa y plana, parecida a un listón retorcido. En sección transversal tiene el aspecto arriñonado.

2.7 APLICACIONES DEL ALGODÓN

La fibra de algodón, puede ser considerada como la fibra de mayor utilidad. Sus propiedades favorables combinadas con el bajo costo, hacen que pueda ser empleada en multitud de aplicaciones.

El algodón, posee suficiente resistencia en seco y húmedo, por lo tanto puede ser empleado en la mayor parte de las aplicaciones textiles. Lo mismo puede decirse de su resistencia a los productos químicos corrientemente empleados en la vida doméstica, a la luz y al calor.

Se emplea en ropas para el hogar, tejidos de tapicería, velos, cortinas, ropas de cama y toallas. Camisas, lencería, camisetas, calcetines, prendas interiores, exteriores, hilos de coser y de bordar. Además de prendas de vestir y objetos domésticos, el algodón se usa en productos industriales como filtros, balsas salvavidas, carpas, neumáticos de automóvil, toldos

para automóviles, cinta para máquinas de escribir, cascos de seguridad, etcétera. Igualmente es importante señalar su uso en productos cosméticos y antiséptico. ^(17, 50)

Entre las ventajas del algodón tenemos, que no produce alergias, presenta gran absorción de líquidos (agua, sudor, etcétera) además de ser resistente al desgaste.

CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DE LAS FIBRAS DE ALGODÓN

3.1 GENERALIDADES

En un principio, la hilatura primitiva consistía en estirar las fibras, que se sostenían en una barra llamada rueca, torciéndolas mediante la rotación de un huso que podía hacerse girar y posteriormente enrollando el hilo. El torno de hilar a mano, fue inventado por hilanderos de la India y se introdujo en Europa en el siglo XIV. El sistema de fábricas se inició en el siglo XVIII, cuando personas distintas a los tejedores empezaron a hilar y fue un inglés llamado James Hargreaves, quien inventó la primera máquina para hilar. Otros inventos para mejorar el proceso de hilatura siguieron a éste, los cuales condujeron a la revolución industrial, cuando las máquinas tomaron el lugar de los procedimientos manuales e hicieron posible la producción en masa. Entonces, se desarrollaron máquinas para cada una de las etapas del proceso de hilatura. ^(8, 21, 48)

La industria textil comprende desde la transformación de la fibra en hilo, hasta la obtención de la tela. El proceso de hilatura lleva a cabo un conjunto de operaciones, mediante el cual las fibras se transforman en hilos.

Para la transformación en hilo, es preciso desenredar, separar y limpiar previamente las fibras, luego disponerlas de manera que pueda formarse con ellas un hilo de longitud indefinida, cuyas fibras se encuentren orientadas longitudinalmente y paralelas entre sí,

asimismo es necesario adelgazar el hilo mediante torsión y finalmente enrollarlo. ^(31, 34)

La preparación o acondicionamiento de la fibra, se lleva a cabo después del desmote, donde se deben eliminar efectivamente las impurezas que pueda tener la fibra. Las pacas de algodón se mezclan para homogeneizar las diferentes calidades, se reduce en forma progresiva el tamaño de los copos y finalmente se limpia, obteniéndose un algodón más fino.

3.2 DESMOTADO

Las desmotadoras, como su nombre lo indica, son las que realizan la fase de "desmote", el cual consiste en separar las semillas de las fibras de algodón. Aunque también deben estar equipadas para separar un porcentaje elevado de materia extraña, que reduciría considerablemente el valor de la fibra desmotada. ⁽²³⁾

El proceso de secado y pre-limpieza depende de la tecnología utilizada en la cosecha, si ésta es mecánica, habrá mayor cantidad de impurezas, basura y suciedad presentes en la fibra que entra al proceso. Es decir, el proceso de desmote es más sencillo cuando el algodón es cosechado manualmente.

Las dos operaciones de desmotado que más influyen en la calidad son: la regulación de la humedad de la fibra durante el desmotado y el grado de limpieza de la fibra. ⁽³²⁾

Una vez desmotada la fibra, se forman pacas y éstas son transportadas en camiones a la industria textil. Generalmente se empaqueta, comprimiendo en bultos que pesan entre 450 y 500 libras (Figura 11).

3.3 PROCESO DE HILATURA

3.3.1 Apertura, mezcla y limpieza

Este paso consiste en separar, limpiar y mezclar las fibras. Las fibras se encuentran

sumamente comprimidas en pacas y muchas de ellas han permanecido en ese estado hasta por un 1 año o más.

El tratamiento empieza, cuando se mezclan las pacas en la sala de apertura, donde se retiran los sacos y las cuerdas. Las capas de algodón, se sacan de las pacas a mano y se colocan en alimentadores o bien se colocan las pacas enteras sobre plataformas que las mueven hacia delante y atrás.



Figura 11. Pacas de algodón.

El objetivo es iniciar el proceso de producción, convirtiendo las capas compactadas de algodón empaquetado en pequeños copos ligeros, que facilitarán la eliminación de partículas extrañas. Esta operación se llama "apertura". Lo habitual es cortar las cuerdas de la paca aproximadamente 24 horas antes de procesarlas, para que recuperen su volumen, así el proceso de apertura es más fácil. Las máquinas de limpieza en las fábricas textiles, realizan las funciones de apertura y primera fase de limpieza. ⁽⁴⁴⁾

Parte de este trabajo de limpieza, se lleva a cabo en la máquina abridora, donde las pacas se separan primero manualmente y posteriormente son colocadas en la máquina. El algodón varía de una paca a otra, de manera que se mezclan las fibras de varias pacas, para producir hilos de calidad más uniforme (Figura 12).



Figura 12. Máquina abridora.

La limpieza del algodón produce grandes cantidades de desperdicios sólidos que se eliminan con aire a presión. La basura producida se convierte en abono o se elimina por incineración (Figura 13).



Figura 13. Desperdicios de algodón.

Hasta aquí, las fibras sueltas no están alineadas ni paralelas. Posteriormente, el algodón es conducido a una "limpiadora" de aire caliente, que ayuda a remover impurezas.

En seguida, pasa a una extractora, en la cual el algodón, es conducido mediante gravedad por una serie de cilindros. Este mecanismo facilita desprender de la fibra las ramas, hojas e impurezas pesadas. ⁽³¹⁾

3.3.2 Cardado y peinado

La carda, es la máquina más importante del proceso de producción de hilo. En gran parte de las fábricas textiles, lleva a cabo la segunda y la última fase de limpieza; eliminando un porcentaje elevado de impurezas así como materias extrañas, partículas de cáscara de semilla, fragmentos de hojas, tallos y tierra. ⁽⁴⁴⁾

Este proceso tiene por objeto separar las fibras, para formarlas en posición casi paralela y produciendo una cinta de fibras uniforme, compacta y suave.

Las cardas de algodón, son diseñadas para procesar fibras cortas entregando sólo 1 ó 2 cintas. La cardadora es alimentada directamente desde la abridora por medio de tuberías (Figura 14). ⁽¹³⁾

El resultado es una cinta en posición paralela. El algodón así obtenido es colocado en botes, los cuales serán llevados para alimentar la máquina peinadora. Esta cinta cardada posee un bajo grado de paralelización, limpieza y cohesión (Figura 15).



Figura 14. Máquina de cardado.

El siguiente paso es el peinado, en el cual se presionan y limpian las cintas o mechas obtenidas del cardado, estas se estiran nuevamente, se unen y tuercen entre sí para formar

una nueva cinta (Figura 16).⁽³⁹⁾

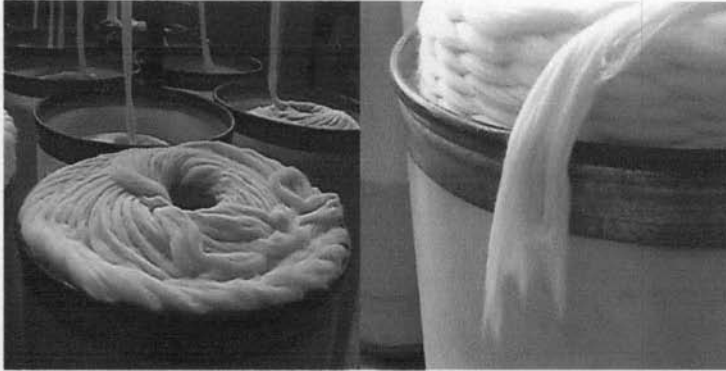


Figura 15. Algodón cardado.

Este proceso se usa para producir una calidad superior en el hilado, alargar o extra-alargar las fibras básicas y adelgazar la cinta de algodón obtenida en la carda, haciéndola más compacta, fina y suave por eliminación de las fibras más cortas (Figura 17).

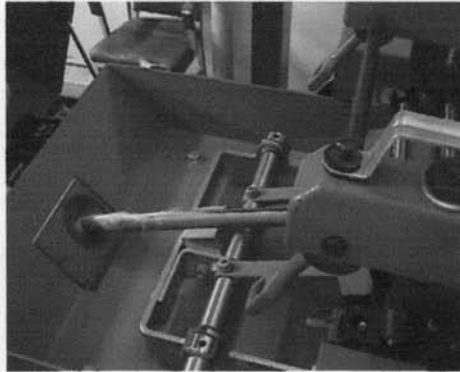


Figura 16. Máquina

peinadora.

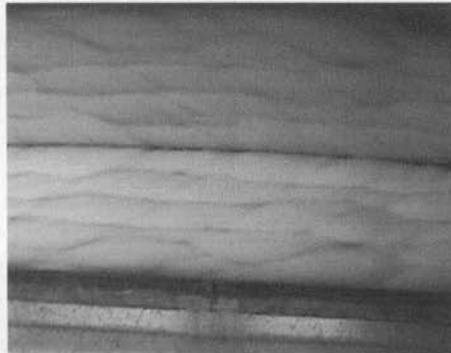


Figura 17. Algodón peinado.

Algunas fábricas textiles producen hilo peinado, que es el hilo de algodón más limpio y uniforme. El peinado proporciona una limpieza más profunda que la carda. Elimina las fibras cortas y las impurezas, y el torzal resultante es muy limpio y lustroso (Figura 18).



Figura 18. Fibras torcidas resultantes del peinado.

3.3.3 Estirado

En el estirado se mezclan las cintas resultantes del peinado, en caso de ser necesario, para formar una nueva. Aquí también se obtienen cintas más delgadas por un nuevo estiramiento. Éste proceso, refuerza las fibras del torcido y las alarga de modo que la mayoría queden paralelas al eje de la cinta (Figura 19). ^(39, 44)

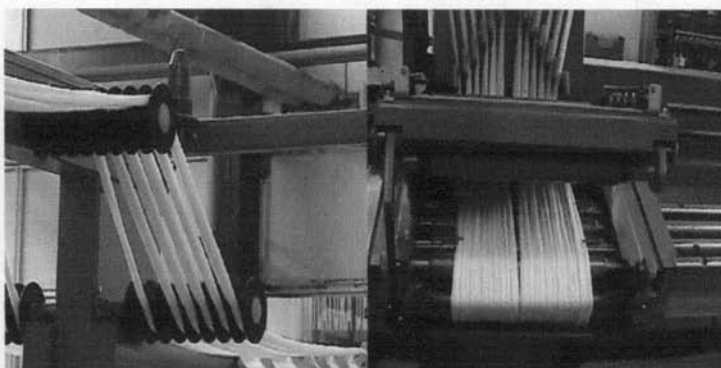


Figura 19. Máquinas de estirado del algodón.

El estirado también confiere uniformidad y mejora la mezcla, además de dar mayor resistencia a las cintas, a partir de las cuales se obtiene el hilo que es enrollado en canillas.

Como resultado del estiramiento, la cinta es convertida en una tira de diámetro más delgado, volviéndose más uniforme y más larga.

Finalmente, en el enconado se lleva a cabo una purificación del hilo, mediante la eliminación de impurezas como son: hilos gruesos, cortos, sucios y rotos (Figura 20).



Figura 20. Conos de hilo de algodón obtenido del estirado.

3.3.4 Hilado

La hilatura, es la fase más costosa de la conversión de las fibras en hilo. El objetivo del hilado y de los procesos que lo preceden, es transformar las fibras individuales en un hilo continuo enlazado y manejable. ⁽⁴⁴⁾

En Gran Bretaña, la industria del algodón sufrió una revolución por la aparición de las hiladoras mecánicas.

En 1764, James Hargreaves ideó la hiladora de husos múltiples o spinning-Jenny, la producción de hilo se multiplicaba según el número de husos, además, no hacían falta cinco hombres para este proceso, ya que uno solo controlaba la elaboración de los hilos, el único defecto es que los hilos eran débiles (Figura 21). ⁽⁴³⁾

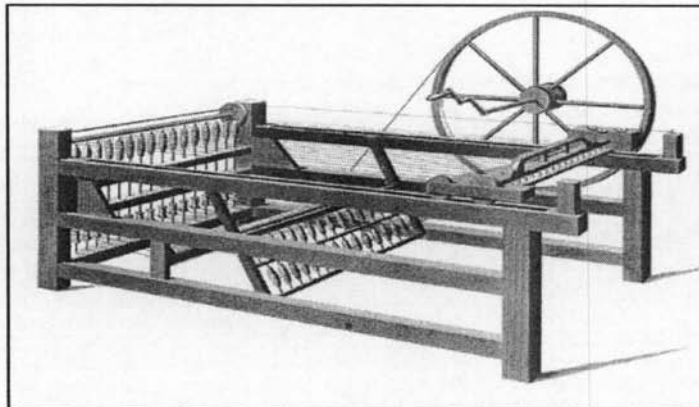


Figura 21. Hiladora de usos múltiples “spinning –Jenny” de James Hargreaves.

El siguiente paso, fue la hiladora continua o water-frame de Richard Arkwright en 1769, esta hiladora suponía dos ventajas con respecto a la anterior: el hilo era resistente y no era impulsada manualmente como la anterior sino por la corriente de agua o la máquina de vapor.

Por último Samuel Crompton en 1779, inventó la hiladora intermitente denominada popularmente “la mula”, porque era una mezcla de las dos anteriores, además de hilar torcía el hilo y variando la velocidad de los rodillos, de los husos y del carro móvil, producía hilos de diversos tipos y más finos (Figura 22). ^(28, 52)

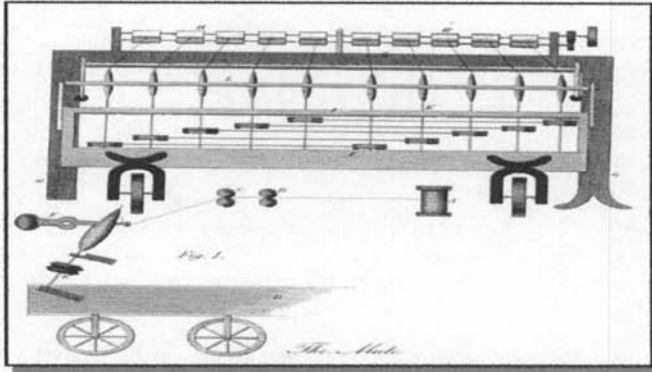
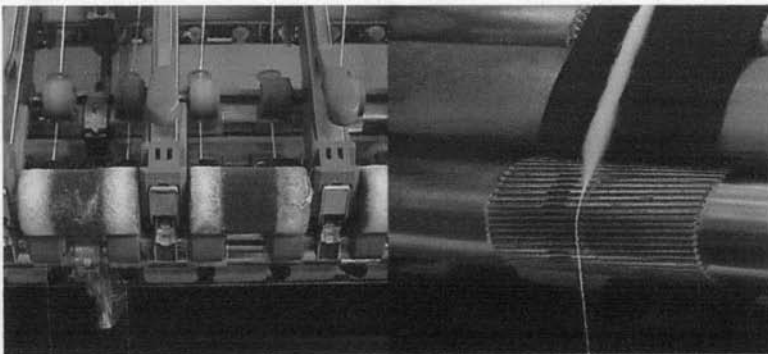


Figura 22. Dibujo de la mula que hace girar de Samuel Crompton (1823).

Con estas tres máquinas, el proceso de hilado revolucionó y la producción de hilo se multiplicó, pero el proceso de tejido seguía siendo manual. Esto se solucionó, cuando Edmund Cartwright inventó en 1787 el telar mecánico, pero debido a algunos defectos de la nueva máquina, ésta se difundió muy lentamente hasta su perfeccionamiento en 1830, cuando sustituyó definitivamente al telar manual. ⁽⁴⁵⁾

El hilado, proporciona la torsión de fibras discontinua. El torcer hilos, determina algunas de sus características, una torsión ligera proporciona telas de superficie suave, mientras que los hilos muy torcidos producen tejidos de superficie dura, resistentes a la abrasión y menos propensos a ensuciarse y arrugarse, sin embargo, los tejidos hechos con hilos muy torcidos encogen más (Figura 23). ⁽⁵⁰⁾



3.4 MERCERIZADO.

Es el tratamiento de los tejidos o de los hilos de algodón, con solución concentrada de sosa cáustica (NaOH), bajo tensión y baja temperatura, que los hace más fuertes, lustrosos, absorbentes y susceptibles al teñido.

El nombre fue asignado debido a su inventor John Mercer. Él nació en Harwood en 1791 y era uno de los grandes químicos textiles de su país. El proceso se desarrolló entre 1844 y 1850, dándole a la tela de algodón un lustre final de seda. Los efectos del mercerizado se traducían en una apariencia más brillante de la tela. ^(12, 47)

La esencia del algodón mercerizado, está en la hinchazón de las fibras de la celulosa. Debido a la exposición a los álcalis, la estructura cristalina natural de la celulosa se relaja y al enjuagar con agua mientras se mantienen las condiciones de tensión y temperatura, se convierte la celulosa en una nueva estructura cristalina. En algunos casos, la sosa se neutraliza con un ácido débil. En otros, el exceso de sosa en la tela o el hilado, es aprovechado para el siguiente paso de descruce. ⁽³⁴⁾

Algunos operadores permiten el encogimiento de la tela en el álcali, para asegurar la buena penetración aplicando tensión antes de quitar el álcali. Si no se aplica tensión al hilo o a la tela durante el tratamiento con sosa en solución concentrada, el algodón se encoge considerablemente y después del lavado muestra, resistencia muy aumentada y mayor afinidad para los colorantes, pero carece de lustre. ⁽⁴⁶⁾

3.5 DESCRUDE

El objetivo del descruce, remueve las impurezas naturales con las que llegan las fibras. Generalmente se lleva a cabo en la tela, para acondicionarla para las etapas posteriores de blanqueo o tintura. En este proceso, se emplean soluciones alcalinas en caliente. Con esto se elimina grasa, se logra que el algodón sea fácil de humectar y que el colorante penetre

correctamente y parejo durante el teñido. ⁽³⁴⁾

3.6 BLANQUEO

El blanqueo es un proceso común de acabado empleado para blanquear el algodón, la lana y algunas fibras sintéticas. Además de eliminar el color, el blanqueo puede disolver las ceras y pequeñas partículas de materias extrañas. Se lleva a cabo inmediatamente después del descruce y antes del teñido o estampado. Se logra básicamente con peróxido de hidrógeno, aunque se puede usar hipoclorito de sodio. ^(22, 37, 27)

CAPÍTULO 4 DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LOS PRINCIPALES PROCESOS QUÍMICOS DE LAS FIBRAS DE ALGODÓN

4.1 PROCESO DEL MERCERIZADO

Objetivo:

Realizar el proceso del mercerizado en una muestra de franela blanqueada de algodón.

4.1.1 Material y reactivos

1 Tramo de franela blanqueada de algodón.

1 Matraz aforado de 500 ml.

1 Matraz aforado de 100 ml.

1 Vaso de precipitado de 500 ml.

1 Tazón de vidrio

1 Par de aros de plástico

1 Varilla de vidrio

1 Termómetro

1 Piseta

1 Espátula

- Hidróxido de sodio NaOH al 24%
- Ácido sulfúrico al 2%

Metodología

En la industria, para efectuar el proceso de mercerizado, se debe disponer de una máquina mercerizadora, la cual consta de un par de rodillos metálicos de acero inoxidable que giran alrededor de sus ejes, y a la vez se alejan y aproximan. Esta máquina esta provista de una tina la cual debe ser de acero inoxidable, en la cual se deposita la solución de sosa. Además cuenta con dos movimientos, uno hacia delante y otro hacia atrás, éstos movimientos, son con el objeto de que el material se impregne lo mejor posible y a la vez, la sosa esté en movimiento, agitándose.

En este caso, la mercerización se llevara a cabo en condiciones distintas, ya que al no contar con la máquina antes mencionada, se harán algunas modificaciones para trabajar a nivel laboratorio. ^(3,12)

4.1.2 Desarrollo experimental

Preparación de las soluciones

- *Hidróxido de sodio al 24%*

Se pesan 120 g de hidróxido de sodio (NaOH).

Disolver con agua destilada.

Aforar en un matraz de 500 ml.

- *Ácido sulfúrico al 2%*

Se miden 2 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado.

Aforar a 100 ml.

Procedimiento

1. Agregar el hidróxido de sodio en el tazón de vidrio.
2. Medir la temperatura de la solución, con la ayuda del termómetro. Esta debe ser de 15 – 18°C.
3. Colocar la muestra del tejido entre los aros de plástico a manera de que el tejido tenga tensión, para evitar que la muestra encoja.
4. Agitar con la varilla de vidrio durante 1 min.
5. Sacar la muestra del tejido de algodón, con ayuda de la varilla de vidrio y colocarla en el vaso de precipitado de 500 ml.
6. Enjuagar con agua caliente con pH ligeramente alcalino. Una vez enjuagada se

- tira el agua caliente y se lava con agua fría. Vaciar el agua fría.
7. Enjuagar la muestra con el ácido sulfúrico. Este es un enjuague rápido para evitar el deterioro de la fibra.
 8. Enjuagar con agua fría muy bien el material para eliminar el ácido.

4.1.3 Efectos de la mercerización

La fibra de algodón pierde sus convoluciones debido al hinchamiento que sufre la fibra por la acción de la sosa, lo que le produce lustre y mayor absorbencia.

La resistencia de la fibra aumenta, ya que su estructura se vuelve más compacta, orientándose a lo largo de la fibra.

4.2 PROCESO DEL DESCRUDE

Objetivo:

Llevar a cabo el proceso del descrude en una muestra de manta cruda.

4.2.1 Material y reactivos

- 1 Tramo de manta cruda.
- 1 Matraz aforado de 1000 ml.
- 1 Vaso de precipitado de 500 ml.
- 1 Varilla de vidrio
- 1 Parrilla.

- Hidróxido de sodio al 0.3%

Metodología

Se logra el descruce, mediante la saturación de la fibra de algodón con una solución de sosa cáustica (hidróxido de sodio).

En la industria, este proceso se realiza en una tina provista de agitación constante. Se permite que la solución alcalina permanezca en la fibra a temperaturas elevadas, se suaviza el material vegetal y se suspenden los materiales no celulósicos para que se puedan lavar.

4.2.2 Desarrollo experimental

Preparación de las soluciones

- *Hidróxido de sodio al 0.3%*

Pesar 3 g de hidróxido de sodio (NaOH).

Aforar en un matraz de 1000 ml.

Procedimiento

1. Colocar la muestra en el vaso de precipitado.
2. Agregar una cantidad de hidróxido de sodio suficiente para cubrir la muestra.
3. Colocar el vaso en la parrilla y calentar a ebullición durante 30 minutos.

4. Agitar con la varilla de vidrio.
5. Enjuagar con agua fría.

4.3 PROCESO DEL BLANQUEO

Objetivo:

Realizar el proceso del blanqueo en una muestra de manta cruda de algodón.

4.3.1 Material y reactivos

1 Tramo de manta cruda de algodón.

1 Matraz aforado de 1000 ml.

1 Vaso de precipitado de 500 ml.

1 Varilla de vidrio.

1 Parrilla.

Papel pH.

- *Peróxido de hidrógeno H_2O_2 al 0.3%*
- *Hidróxido de sodio al 0.3%*

Metodología

El peróxido de hidrógeno es el agente que más se usa en el blanqueo de algodón crudo. La solución de blanqueo permanece en la fibra a temperaturas elevadas durante un período fijo de tiempo para lograr la remoción adecuada de los cuerpos de color.

4.3.2 Desarrollo experimental

Preparación de las soluciones

- *Peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 0.3%*

Pesar 3 g. de peróxido de hidrógeno.

Aforar a 1000 ml con agua destilada.

- *Hidróxido de sodio ($NaOH$) al 0.3%.*

Medir 100 ml. de hidróxido de sodio (NaOH) al 3%.

Aforar en un matraz de 1000 ml.

Procedimiento:

1. Agregar en el vaso de precipitado de 500 ml. aproximadamente 200 ml. de la solución de peróxido de hidrógeno.
2. Agregar al mismo vaso una cantidad igual de hidróxido de sodio.
3. Colocar en la parrilla y elevar la temperatura hasta ebullición por 60 minutos.
4. Luego realizar un enjuague con agua a 90 °C durante 10 minutos.
5. Enjuagar con agua fría.

CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA FIBRA DE ALGODÓN

5.1 GENERALIDADES

El procedimiento para la identificación de las fibras, depende del origen de éstas. Existen diversos métodos, que nos permiten conocer la naturaleza de las fibras y posteriormente lograr una identificación.

La identificación preliminar, se puede hacer por el aspecto de la fibra. Así, el primer paso es la inspección visual. Sin embargo, ésta es raramente una manera confiable para determinar la identidad de una fibra, pero es adecuada para reducir el número de fibras

posibles.

En segundo lugar, se realiza la prueba de combustión. Con ésta prueba y la inspección visual, podemos conocer el origen la fibra, sin embargo aún no se puede asegurar de forma confiable de que fibra se trata.

Como tercer paso, se realiza el método de la observación microscópica. Si las dos pruebas anteriores nos dan como resultado una fibra de origen natural, con éste método la identificación será positiva. Sin embargo, si se trata de una fibra artificial, la identidad de ésta será limitada y si entendemos que se trata de una fibra sintética, éste método no arrojará ningún resultado, ya que todas ellas se observan igual al microscopio.

Así, es necesario llevar a cabo el cuarto y último paso, que es la prueba de solubilidad. Con esta prueba, es posible realizar de manera confiable la identificación de las fibras químicas, además de confirmar la identidad de las fibras naturales. ^(4, 11)

5.2 INSPECCIÓN VISUAL

Para realizar la inspección visual, es útil considerar las siguientes propiedades:

1. longitud de la fibra.
2. lustre u opacidad.
3. textura y tacto.

5.2.1 Material

Una muestra de tejido de algodón.

5.2.2 Desarrollo experimental

1. Longitud de la fibra: se destuerce el hilo para determinar la longitud. Cualquier fibra puede elaborarse en forma de fibras corta, pero no todas son filamentos. El algodón es una fibra discontinua, es decir no es una fibra larga y al momento de destorcer, el hilo se separa fácilmente (Figura 24).



Figura 24. Destorcido de un hilo de algodón.

En ocasiones en un tejido se encuentran hilos sencillos, de dos cabos o tipo cable, en este caso, se separan todos los hilos hasta quedar uno solo (Figura 25).

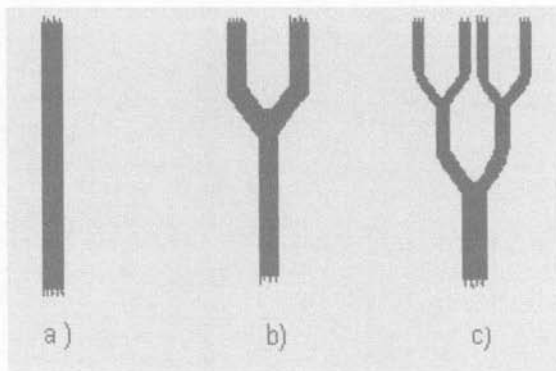


Figura 25. Tipo de hilos. a) hilo simple, b) hilo de dos cabos, c) hilo tipo cable.

2. Lustre u opacidad: el algodón es opaco, solo los algodones finos presentan un ligero lustre.
3. Textura, tacto: suave o duro, liso o áspero, rígido o flexible. Los tejidos de algodón al tacto son suaves, lisos, y flexibles.

5.3 MÉTODO DE LA COMBUSTIÓN

La prueba de combustión se utiliza para conocer la composición química e identificar el grupo al que pertenece la fibra. ⁽⁵⁴⁾

5.3.1 Material

Tramo de tela de algodón.

Encendedor.

5.3.2 Desarrollo experimental

1. La prueba se debe realizar sobre una superficie en donde no haya riesgo de incendio.
2. Se utiliza un pedazo pequeño de tela o hilo.
3. Se separan los hilos de la tela.
4. Si hay diferencias en lustre, color o textura, esto indicará que puede haber dos o más tipos de fibra en la tela.

También se puede hacer la prueba en el pedazo de tela sin separar los hilos. Pero si existe alguna otra fibra, puede interferir en el olor y en el residuo causando confusión y una mala interpretación de los resultados.

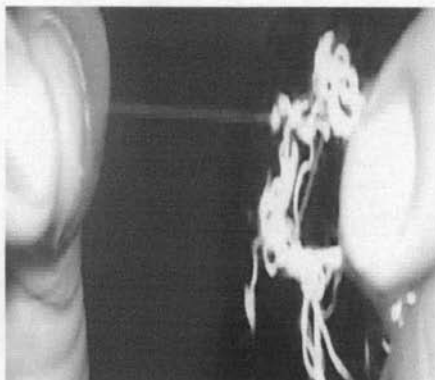


Figura 26. Hilo de elastano.

5. Se sostienen los hilos en forma horizontal con los dedos. Se debe tener mucho cuidado en el momento en que la fibra arda, para evitar quemaduras. Si se desea se pueden usar una pinzas.
6. Se acercan los hilos lentamente al borde de la llama (Figura 27).

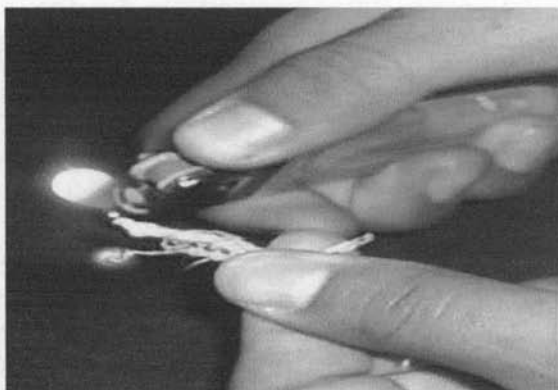


Figura 27. Prueba de combustión en hilos de algodón.

7. Se observa el tipo de residuo que deja la combustión de la fibra. (Figura 28).

Es importante observar el comportamiento de la fibra desde el momento en que se acerca a la flama hasta que se apaga. También hay que tomar en cuenta el color y olor del humo. Una vez que se apagan los hilos de algodón, presentan humo blanco con olor a papel quemado (Figura 29).



Figura 28. Cenizas obtenidas de la combustión de los hilos de algodón.

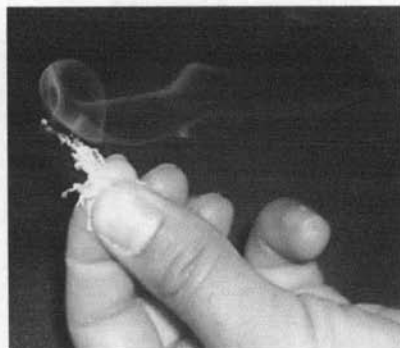


Figura 29. Humo blanco resultante de la combustión.

8. En ambos casos, al realizar esta prueba es útil formularse las siguientes preguntas:

¿Las fibras derriten o se queman? Por ser las fibras de algodón de origen natural, se queman.

¿Cómo es el residuo de las fibras quemadas? Al ser de origen vegetal, las fibras de algodón dejan como residuo cenizas.

¿Cuál es el olor característico del humo? El olor del humo de las fibras de algodón es a papel quemado.

5.4 OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA

Se lleva a cabo de dos formas: en sección longitudinal y en sección transversal. ^(41, 54)

5.4.1 Sección longitudinal

5.4.1.1 Material

Muestra de algodón sin mercerizar.

Muestra de algodón mercerizado.

Portaobjetos.

Cubreobjetos.

Microscopio de rutina Axioskop Pol.

5.4.1.2 Algodón sin mercerizar

Desarrollo experimental

1. Se toma un pedazo de tela y se separan los hilos, destorciendo con los dedos, de manera que queden separadas las fibras.
2. Se coloca en un portaobjetos y se le agrega una gota de agua.

3. Se cubre la fibra con un cubreobjetos y se elimina con un pedazo de papel el exceso de agua (Figura 30).

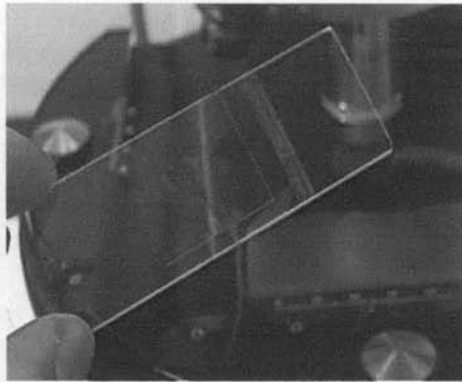


Figura 30. Hilo de algodón en portaobjetos.

4. Se coloca el portaobjetos en el microscopio y se observa.

El algodón sin mercerizar en sección longitudinal, se observa como un listón retorcido. Estas torsiones, son las convoluciones que caracterizan a las fibras de algodón (Figura 31).

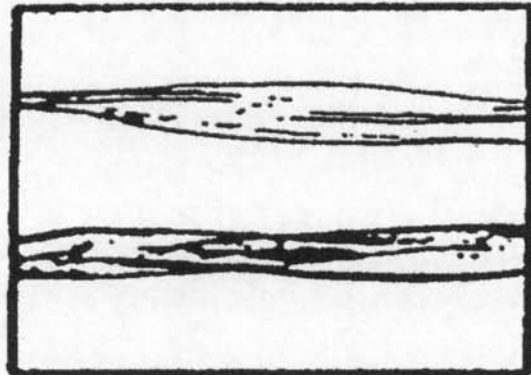


Figura 31. Fibras de algodón en sección longitudinal.

5.4.1.3 Algodón mercerizado

Desarrollo experimental

El procedimiento a seguir es el mismo, pero en este caso la muestra que se utiliza es algodón mercerizado.

Se observa que las convoluciones o torsiones del algodón, desaparecen casi en su mayoría, dándole la apariencia de un listón plano (Figura 32).

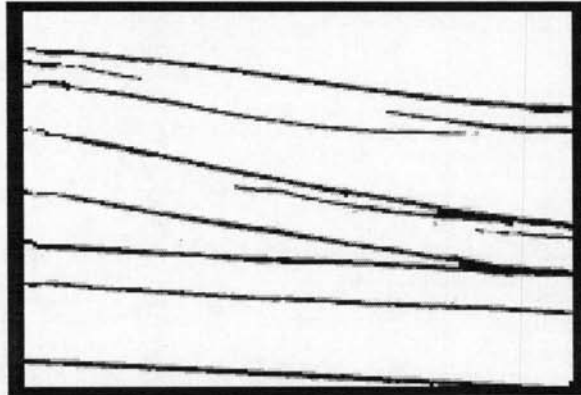


Figura 32. Fibras de algodón mercerizado en sección longitudinal.

5.4.2 Sección transversal

5.4.2.1 Material

Muestra de algodón sin mercerizar.

Muestra de algodón mercerizado.

Placa metálica.

Navaja.

Microscopio de rutina Axioskop Pol.

Alambre de cobre.

5.4.2.2 Algodón sin mercerizar

Desarrollo experimental

1. Se toma la muestra de algodón mercerizado y se separan los hilos.
2. Se pasa el alambre de cobre por la mitad del manojo de hilos (Figura 33).

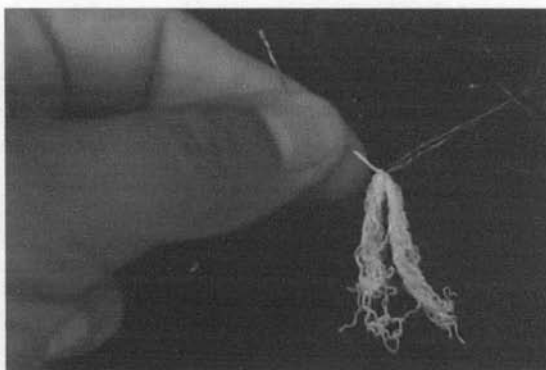


Figura 33. Alambre de cobre sujetando los hilos de algodón.

3. Con la ayuda del alambre de cobre, se pasan los hilos por un orificio de la placa, cuidando que no se reviente el alambre y que los hilos queden lo más apretado posible (Figura 34).

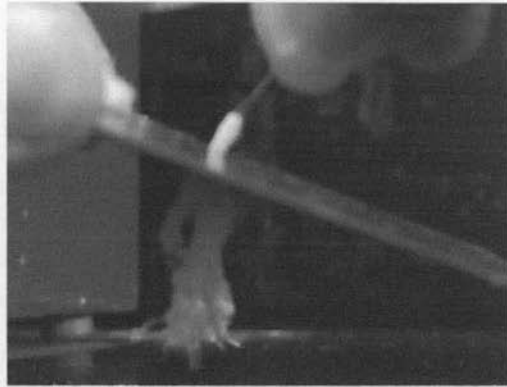


Figura 34. Hilos de algodón a través de la placa metálica.

4. Se corta con la navaja por ambos lados de la placa.
5. Colocar la placa en el microscopio y observar.

En sección transversal, el algodón sin mercerizar presenta una forma ovalada, parecida a un frijol (Figura 35).



Figura 35. Fibras de algodón sin mercerizar en sección transversal.

5.4.2.3 Algodón mercerizado

Se utiliza el mismo desarrollo experimental que en el algodón sin mercerizar de la sección transversal. En sección transversal, la forma del algodón mercerizado tiende a ser redonda (Figura 36).

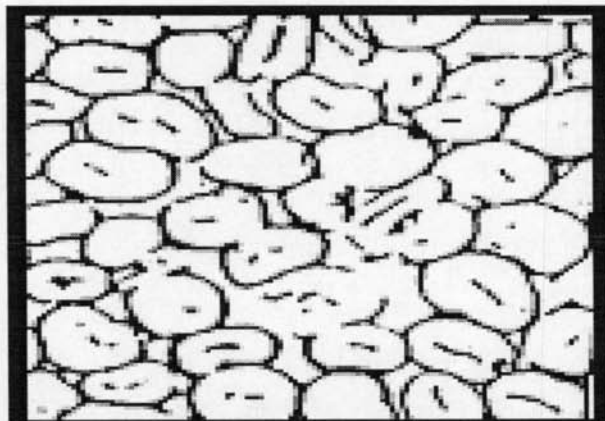


Figura 36. Fibras de algodón mercerizado sección transversal.

5.5 MÉTODO DE LA SOLUBILIDAD

5.5.1 Material y reactivo

Muestra de tejido de algodón.

Vaso de precipitado de 100 ml.

Matraz aforado de 100 ml.

Varilla de vidrio.

- Ácido sulfúrico al 80%

Preparación de la solución

Medir 80 ml. de ácido sulfúrico concentrado.

Aforar en un matraz de 100 ml.

Desarrollo experimental

1. Se toma un pedazo de tela o de hilo.
2. En un vaso de precipitado se agrega ácido sulfúrico al 80%.
3. Se coloca la muestra en el vaso de precipitado con el ácido (Figura 37).
4. Agitar.



Figura 37. Tejido de algodón en ácido sulfúrico al 80%.

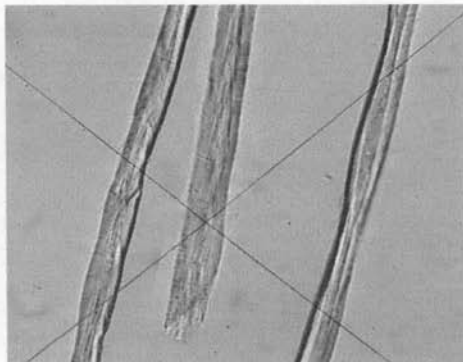
CAPÍTULO 6 RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DEL DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LOS PRINCIPALES PROCESOS QUÍMICOS

- Mercerizado

Tabla 3. Resultados de la mercerización de la franela blanqueada.

Proceso	Condiciones	Resultado
Mercerizado	NaOH al 24%	A simple vista, parecía no haber cambio en la franela, sin embargo al hacer la observación al microscopio de las fibras en sección longitudinal, se observa que los dobleces desaparecieron en su mayoría (Figura 38).
	Sin tensión	
	t = 1 min.	
	T = 17°C	
	Agitación	
	H ₂ SO ₄ al 2% para enjuague	



- **Descrude**

Tabla 4. Resultados del descrude de manta cruda de algodón.

Proceso	Condiciones	Resultado
Descrude	NaOH al 0.3%.	Se logró el descrude del tejido de algodón. Quedaron restos de algunas impurezas, pero esto es normal considerando que a este proceso le sigue el blanqueo con el cual termina de limpiarse el tejido.
	Ebullición durante 30 minutos.	
	Agua fría para enjuague.	

- **Blanqueo**

Para realizar este proceso, se utilizó agua oxigenada comercial, el porcentaje de peróxido en esta solución es del 3%, y a partir de esta se preparó la solución con el porcentaje adecuado. Al ser el mismo porcentaje de NaOH que en el caso del descrude, se utilizó la misma solución, ya que había suficiente para este proceso, además de que se ahorró reactivo.

Tabla 5. Resultados del blanqueo de manta cruda de algodón.

Proceso	Condiciones	Resultado
Blanqueo	H ₂ O ₂ al 0.3%.	En este caso, no solo se obtuvo el tejido blanqueado, además se observó que el tejido también descrudaba. Al final se obtuvo no solo el tejido blanco, sino también descrudado y libre de impurezas.
	NaOH al 0.3%.	
	Ebullición durante 60 minutos.	
	Agua caliente para enjuague.	
	T = 90°C.	
	t = 10 min.	
	Agua fría para enjuague.	

6.2 RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE LA FIBRA DE

ALGODÓN

• Inspección visual

El tejido de algodón es opaco y suave al tacto. Al examinar la longitud de sus hilos, se observó que se separan fácilmente, sin poner resistencia, por lo tanto podemos decir que son discontinuos. Las fibras de algodón al ser de origen natural presentan fibras discontinuas.

• Combustión

Tabla 6. Resultados de la combustión de las fibras de algodón.

Fibra	Al acercarse a la flama	En la flama	Al retirarla de la flama	Residuo	Humo y olor
Algodón	Arde. No se funde ni se encoge.	Arde.	Continúa ardiendo con brillo anaranjado (figura 39).	Ceniza gris, suave, se pulveriza facilmente.	Humo de color blanco con olor a papel quemado.

¿Las fibras se derriten o se queman? *Se queman.*

¿Cómo es el residuo de las fibras quemadas? *Forma cenizas.*

¿Cuál es el olor característico del humo? *A papel quemado.*



Figura 39. Prueba de combustión del algodón.

- **Observación microscópica**

En sección longitudinal, la fibra de algodón sin mercerizar, se observa como un listón retorcido, aún se pueden observar las convoluciones (Figura 40).

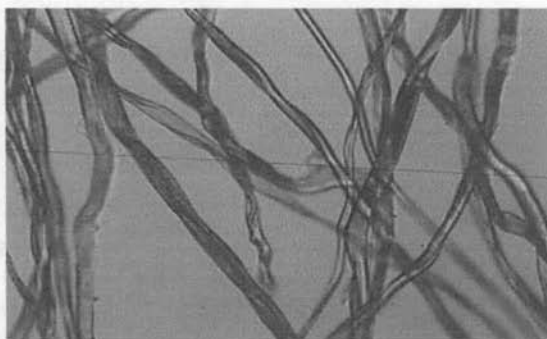


Figura 40. Observación microscópica del algodón sin mercerizar.

Observando al microscopio el algodón mercerizado en sección longitudinal, se ve que la fibra pierde su forma de cinta retorcida es decir, pierde en su mayoría las convoluciones que tiene antes de mercerizar (Figura 41).

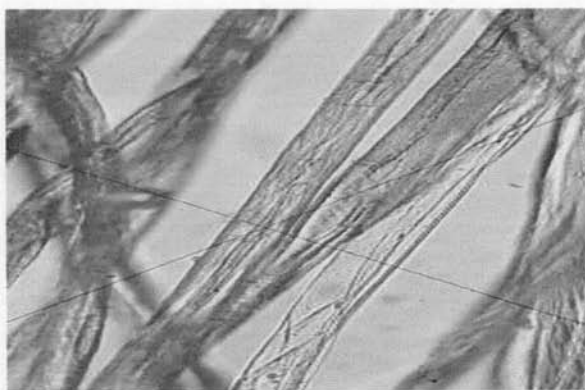


Figura 41. Observación microscópica del algodón mercerizado.

En sección transversal, la forma del algodón sin mercerizar, se observa irregular "en forma de frijol" (Figura 42).

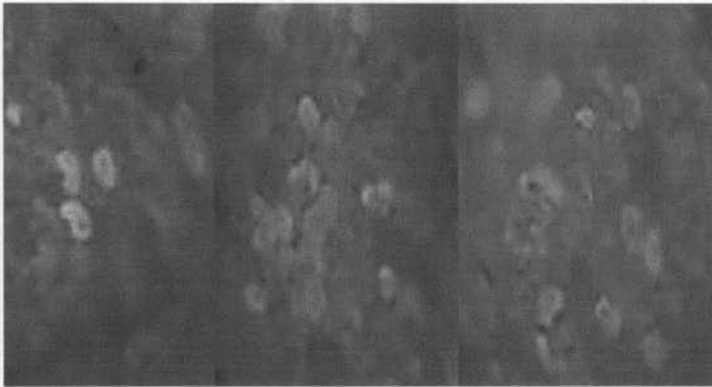


Figura 42. Observación microscópica del algodón sin mercerizar en sección transversal.

En cambio, al observar en sección transversal el algodón mercerizado, se puede observar que su forma tiende a ser redonda (Figura 43).

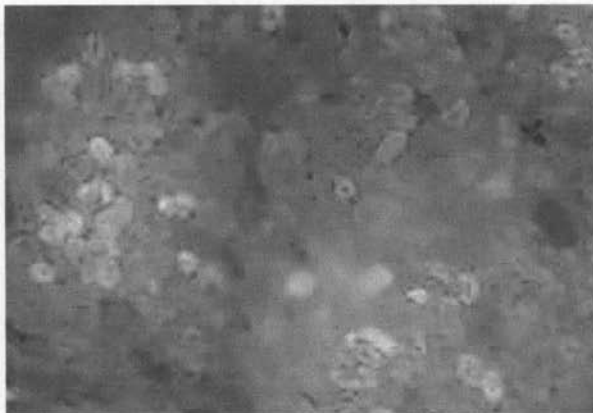


Figura 43. Observación microscópica del algodón mercerizado en sección transversal.

- **Solubilidad**

Tabla 7. Solubilidad del algodón en ácido sulfúrico.

Ácido sulfúrico			
Al 80% Frío.	Al 80% Caliente.	Diluido Frío.	Diluido Caliente.
Disuelve (Figura 44).	Disuelve.	No disuelve.	Disuelve.

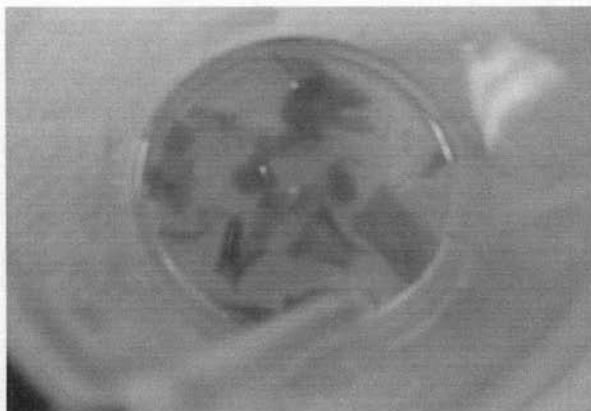


Figura 44. Solubilidad del algodón en ácido sulfúrico.

CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES

- La investigación previa de las características químicas y físicas del algodón, me permitió tener un patrón de comparación para lograr mi objetivo general, que es la identificación las fibras de algodón.
- Para realizar los procesos industriales de las fibras de algodón, primero se tuvo que investigar sus características, maquinaria y proceso a nivel industrial. Al momento de llevarlos a nivel laboratorio, me encontré con algunos problemas de reactivos y equipos, por lo tanto, se tuvieron que hacer algunas modificaciones. Sin embargo, éstos pudieron desarrollarse, obteniendo así, los resultados esperados. Las muestras que se emplearon fueron franelas, mantas y tejidos comerciales de uso común.
- Asimismo, pude observar en el blanqueo, que el tejido también descruda con mejores resultados que cuando se realiza por separado, de este modo, ambos procesos pueden llevarse a cabo al mismo tiempo, con la finalidad de ahorrar reactivos y tiempo.
- En cuanto a los métodos descritos para la identificación de las fibras de algodón, se

puede decir que son suficientes para conocer la identidad de éstas, pero debe tenerse en cuenta que, uno solo de ellos no arroja ningún resultado confiable, por lo tanto es necesario señalar la importancia de ellos en conjunto, ya que se complementan entre sí.

CAPÍTULO 8 BIBLIOGRAFÍA

1. CELANESE Mexicana S.A. Departamento de promoción comercial, mercadeo y publicidad. Principales fibras textiles.
2. GACÉN J. Fibras textiles propiedades y descripción. Universidad Politécnica de Cataluña, 1991.
3. GARCIA Sotelo Antonio. Transformación de una hilatura algodонера a mezclas de algodón con fibras artificiales y sintéticas. Tesis de Ingeniería. Escuela Superior de Ingeniería Textil. Instituto Politécnico Nacional.
4. HOLLEN N., Saddler J., Langford. Introducción a los textiles. Editorial Limusa, 2001.
5. LAGIERE Robert. El algodón. Editorial Blume. Barcelona 1986.
6. LINTON George E. Natural and manmade textile fibers. Raw material to finished fabric. First edition. New York.
7. MAITI Maiti Ratikanta. Fibras vegetales en el mundo. Aspectos botánicos, calidad y utilidad. Editorial trillas. México, D.F. 1995.
8. NEEDELS L. Textile fibers dyes, finishes and processes a concise guide. University of California. Editorial Noyes Publications. 1986.
9. ROBLES Sánchez Raúl. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial Limusa. México, 1982.
10. SAENZ Peña. La clasificación del algodón. USDA, AMS. Agricultural handbook 566. Agosto 1996

11. TROTMAN S.R. Trotman E.R..Textile analysis.2nd. Edition. Londres.
12. VELÁSQUEZ Flores Francisco José. Mercerizado. Tesis de Ingeniería. Escuela Superior de Ingeniería Textil. Instituto Politécnico Nacional. ESIT VEFL67
13. WERNER Oeser. Hilatura y torcido del algodón y de la viscosilla. 1ra edición. Barcelona, España.
14. IBANESCU, Constanta, et all. Alkaline treatment of Cotton in different reagent mixtures whit reduced water content. Influence of alkali type and additives. Chem. Abstr. Junio 2006. 352264f.
15. GANESH Prasad, J. M. Muthu. Ecofriendly textiles. Chem. Abstr. Junio 2006. 352216s.
16. KATO, Yasoo, et all. Cellulose fibers. A rewie on resources of cellulose fibers. Chem. Abstr. Junio 2006. 352215r.
17. MATHIS, Raymond, et all. Finished fibers and textiles. Chem. Abstr. Febrero 2006. 193736t.
18. OEHARA, Masaki, et all. Studies on the convolution of cotton andobservation of cotton fiber formation by the optical rotation. Chem. Abstr. Junio 2006. 414123v.
19. OFFUR David, et all. Compositions, finish and treating textiles to impart resistance, softness ad hydrophilicity. Chem. Abstr. Febrero 2006. 234543y.
20. RUAN, Yong-Ling, et all. Recent advances in undertstanding cotton fiber and seed development. Chem. Abstr. Junio 2006. 428845u.
21. SHINDLER, Wolfgang D. Chem. Finishing of textiles. Chem. Abstr. Junio 2006. B37305w.
22. YANG, Yuetao, et all. Procesing Cotton fiber by bleaching then dyeing. Chem. Abstr. Abril 2005. 214301q.
23. Algodón – Wikipedia, la enciclopedia libre [consultado el 2 de junio de 2007]
<http://es.wikipedia.org/wiki/Algodón>
24. Agroinformación – El cultivo del algodón En [apartados del 7 al 9] [consultado el 8 de junio de 2007] www.infoagro.com/herbaceos/industriales/algodon.asp
25. Análisis del cluster textil en el Perú. En capítulo 1
http://sisbi.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/angulo_lm/cap1.PDF [consultado el 6 de diciembre de 2006]
http://sisbi.unmsm.edu.pe/bibVirtual/monografias/Ingenie/angulo_lm/Contenido.htm
26. Celulosa – Wikipedia, la enciclopedia libre [consultado el 19 de noviembre de 2006]

- <http://es.wikipedia.org/wiki/celulosa>
27. CEPPIS/OPS – descripción de la materia prima, procesos y productos En blanqueo [consultado el 2 de junio de 2007]
www.educared.net/aprende/anavegar4/comunes/premiados/E/167/paginaalgodon.htm
 28. Contribución de la actividad empresarial al surgimiento y desarrollo de la Revolución Industrial [consultado del 7 de junio de 2007]
www.eleutheria.ufm.edu/Articulos/070618_RevolucionIndustrial.htm
 29. Cotton Incorporated En textile research <http://cottoninc.com/> En nonwovens www.cottoninc.com/nonwovens En cotton for nonwovens. A technical guide <http://www.cottoninc.com/Nonwovens/CottonNonwovens/?S=Nonwovens&sort=O> [consultado el 6 de diciembre de 2006] <http://cottoninc.com/>
 30. Cultivos de importancia nacional – Algodón [consultado el 3 de marzo de 2007]
www.monografias.com/trabajos29/algodon-peruano/algodon-peruano.shtml
 31. Descripción del proceso de textiles [consultado el 5 de diciembre de 2006]
www.acercar.org.com/industria/manuales/textiles/02proceso.pdf
 32. Desmotadora Enciclopedia Microsoft® Encarta® <http://es.encarta.msn.com> © 1997-2007 Microsoft Corporation Online 2007 [consultado el 19 de noviembre de 2006]
http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761566531/desmotadora.html
 33. Diseño de modas [consultado 25 de abril de 2007]
<http://html.rincondelvago.com/disenio-de-modas.html>
 34. El algodón [consultado el 2 de junio del 2007]
www.regionnet.com.ar/avella/econo/algo.htm
 35. El algodón peruano y su elasticidad – Monografías.com [consultado el 3 de marzo de 2007] www.monografias.com/trabajos29/algodon-peruano/algodon-peruano.shtml
 36. Fibra de algodón [consultado el 2 de junio de 2007]
www.educared.net/aprende/anavegar4/comunes/premiados/paginaalgodon.htm
 37. Fibras textiles En Artículos sobre: Fibras textiles
<http://www.quiminet.com.mx/pr7/Fibras+Textiles.htm> En el blanqueo de textiles [consultado el 14 de marzo de 2007]
<http://www.quiminet.com.mx/pr7/Fibras+textiles.htm#m-mas-art>
 38. Fibras textiles. En fibras textiles [versión online]
http://apuntes.rincondelvago.com/fibras_textiles_1.html [consultado el 3 de marzo de

- 2007] www.apuntes.rincondelvago.com/fibras_textiles_1.html
39. Fibras textiles En Artículos sobre: Fibras textiles
<http://www.quiminet.com.mx/pr7/Fibras+textiles.htm> En el proceso de producción textil [consultado el 22 de abril de 2007]
http://www.quiminet.com.mx/ae2/ar_%25D3013%2599iF%25B2%2510.htm
40. Fibra textil – Wikipedia, la enciclopedia libre [consultado el 22 de abril de 2007]
http://en.wikipedia.org/wiki/Fibra_textil
41. Identificación de fibras y tejidos. El rincón de la ciencia [consultado el 14 de marzo de 2007] www.centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/curiosid/Rc-57d.htm
42. Importancia económica del algodón [consultado el 9 de diciembre de 2006]
www.tdx.cbuc.es/Tesis_UPC/AVAILABLE/TDX-1022102-094730//04capitulo4.pdf
43. James Hargreaves – Wikipedia, la enciclopedia libre [consultado el 6 de diciembre de 2006] http://en.wikipedia.org/wiki/James_Hargreaves
44. La industria de productos textiles [consultado el 6 de diciembre de 2006]
www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo3/89.pdf
45. La industrialización y el empresario en la Revolución Industrial [consultado el 7 de junio de 2007] http://es.Wikipedia.org/wiki/Edmund_Cartwright
46. Mercerized cotton [consultado el 22 de abril de 2007]
www.fiberarts.org/design/articles/mercerized.html
47. Mercerized cotton – Wikipedia, the free encyclopedia [consultado el 27 de abril de 2007] <http://en.wikipedia.org/wiki/mercerized/cotton>
48. Necesidades de la industria textil En hilatura [consultado el 6 de diciembre del 2006]
www.plutarco.disca.upv.es/jcperez/doctorado/SV2D3DPI/trabajos/sectortextil_2/Necesidades.htm
49. Pressto. Fibras naturales y sintéticas [consultado el 19 de noviembre de 2006]
www.pressto.com/es/consejos/p4d.htm
50. Profesor en línea. Santa Isabel En buscar: Fibras textiles
<http://www.profesorenlinea.cl/cgi-bin/htresearch?config=&restrict=&exclude=&words=fibras+textiles> [consultado el 22 de abril de 2007]
<http://www.profesorenlineas.cl/mediosocial/algodon.htm>
51. Programa de mejoramiento genético del algodón. Proyecto algodón [consultado el 22 de abril de 2007] www.lamolina.edu.pe/investigacion/programa/algodon

52. Samuel Crompton – Wikipedia, the free encyclopedia En spinning mule
http://en.wikipedia.org/wiki/spinning_mule [consultado el 6 de diciembre del 2006]
http://en.wikipedia.org/wiki/Samuel_Crompton
53. Textiles Encyclopedia Microsoft® Encarta® Online 2004 © 1997 – 2004 Microsoft Corporation <http://es.encarta.mns.com/> [consultado el 8 de enero de 2007]
[www.monografias/trabajos14/algodón/algodón.shtml](http://www.monografias/trabajos14/algodon/algodon.shtml)
54. Textile fibers [consultado el 8 de noviembre de 2006]
<http://www.fabriclinc.com/burntest.html>