



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESCOLA
D'ENGINYERIA
DE TERRASSA

EET

MATERIALS PEL DISSENY DE
PRODUCTES TÈXTILS

SEDA

DR.F.J.CARRION FITE

1. SEDA	
1.1 Definición	2
1.2 Generalidades sobre la historia de su aplicación	3
1.3 Naturaleza de la fibra: especies naturales	4
1.4 Extracción de la fibra	6
1.5 Propiedades físicas	7
1.51 Color y brillo	7
1.52 Aspecto microscópico	7
1.53 Higroscopicidad	8
1.54 Densidad	8
1.55 Finura de la fibra y título del filamento	8
1.56 Resistencia y alargamiento	8
1.6 Propiedades químicas	9
1.61 Identificación	10
1.7 Ataques, alteraciones	11
1.8 Variedades comerciales	11
1.9 Aplicaciones	11
1.10 Producciones y consumos	11

1. Definición

La seda, es la hebra o producto de secreción con que se fabrican su capullo las larvas de algunas mariposas para convertirse en ninfas. Existen muchas especies que dan sed, pero la única doméstica criada universalmente es la producida por *Bombix Mori*. Esta especie se alimenta de hojas de morero y tiene su origen en China, pero está aclimatada en Europa desde hace muchos siglos, especialmente Italia, Francia y España.

Existen muchos insectos que en un período inactivo de su vida segregan pequeños filamentos construyéndose sus capullos, nidos, bolsas, etc. En cuyo recinto permanecen.

De gusanos de seda existen especies distintas. Todas ellas pertenecen al orden de los lepidópteros, familia de los bombicidos. Además de otros varios caracteres que las diferencian entre sí, la alimentación de estos insectos es distinta en unos y otros (hoja de morera, de encina, de roble, de ricino, etc.) Al género *Bombyx*, pertenecen; el *B. mylitta* que vive en estado salvaje en India, y se alimenta principalmente de las hojas del roble, conociéndose la seda que produce con el nombre de seda tussah, el *B. pernyi*, llamado gusano del roble de la China, vive también completamente libre y los ensayos de su aclimatación en Europa no han dado resultado; el *B. yamamay*, es originario del Japón, se cría en estado salvaje o semisalvaje y también se alimenta del roble con preferencia; el *B. rubi*, el *B. fortunatus*, el *sinensis*, el *lanestris* y muchos otros.

La hebra de seda de un capullo está compuesta de dos filamentos sencillos de fibroina con una sección cuasi triangular unidos por medio de una sustancia gomosa llamada sericina.

1.2 Generalidades sobre la historia de su aplicación

La seda llegó de China, en donde el productor de la seda el *Bombix Mori*, fue objeto de exquisitos cuidados como un animal doméstico desde hace casi 4700 años. Según la leyenda, la princesa Si-ling-chi, esposa o hija del emperador Ho-ang-to, observó en el siglo XVIII antes de J.C., durante un paseo por los jardines imperiales, como de las ramas de una morera salían de su capullo las mariposas de seda, y como tejían su capullo los gusanos, ocurriéndosele la idea de devanar dichos capullos para lograr sus hilos. En la actualidad se le venera todavía como diosa de la seda y primer antepasado del hilo de seda. En el siglo VI antes de J.C los vestidos de seda fueron el ropaje popular del Imperio Central chino. La cría del gusano de seda se consideraba un secreto de Estado y una rigurosa legislación castigaba su denuncia con la pena de muerte.

En el siglo IV antes de J.C comenzó el comercio de la seda con Persia, que se extendió doscientos años más tarde por las históricas rutas comerciales que cruzaban Asia Central y Asia Occidental, para trasladarse desde allí a Europa. El geógrafo alemán barón Fernando von Richthofen, las llamó “las rutas de la seda”, constituían un total de 10.000 kilómetros de carreteras antiquísimas y repletas de peligros por donde tenían que discurrir las caravanas. Marco Polo las recorrió en el siglo XIII en dirección Este.

Aproximadamente, en el siglo II después de J.C el secreto del gusano hilador, apedrar de la pena de muerte, alcanzó Corea, llevado por los campesinos chinos fugitivos del Emperador y en el siglo III o IV llegó a Japón, quien hasta principios del siglo XX fue el país sedero más importante del mundo y el primer exportador de seda.

Khotan (un oasis densamente poblado del este del Turquestán), se considera el país de origen de los huevos del gusano de seda que dos monjes nestorianos llevaron en sus bastones de bambú en el año 553 a 554 ala corte del Emperador Justiniano, en Bizancio. Esta fue la primera “semilla de la seda” que entró en Europa. Los artesanos bizantinos desarrollaron con destreza inigualable el tejer telas de seda de suntuoso colorido y bellísimo dibujo.

En los siglos siguientes alcanzó el arte textil sedero de Bizancio una propiedad fabulosa, o lograda jamás por ninguna otra nación de la Tierra.

Se sabe de cierto que el siglo III de nuestra era ya había industria y comercio de seda en el Japón, Persia e India.

Parece ser que durante el siglo VIII, los árabes la introdujeron en España, de donde pasó a Italia y Francia.

En el siglo IX la industrial textil sedera española logró niveles muy elevados.

El cultivo de la seda que llegó a Italia a través de los árabes se desarrolló en Venecia, Lucca, Florencia, Bolonia y Milán. Estas ciudades adquirieron fama como ciudades sederas, y los expertos sederos, los mismos criadores. Que tejedores, se

convirtieron en apreciados instructores de los países que se esaban crear también industrias sederas e instalaciones para la cría del gusano. Actualmente Italia ocupa el quinto lugar entre las naciones productoras de seda en el Mundo.

Francia, que durante largos años estuvo retrasada en la industria y cultivo de la seda, importó hasta el siglo XV los tejidos de lujo de Italia. Florencia, Bolonia y Venecia le proporcionaban damasco y tafetán. La importación de la seda discurría a través de Lyon, que en 1450 recibió de Carlos VII el monopolio del comercio de la seda de toda Francia. En el siglo XVI se registró por fin una notable prosperidad, y poco después las sedas lionesas superaron incluso a las italianas en suntuosidad de matices, en mostrado y en calidad de los materiales. En el siglo XVIII se encontraba la industria de Lyon en plena euforia. Lyon conservó durante largos años la supremacía europea, y goza todavía hoy de singular importancia.

El tercer país sedero de Centroeuropa es Suiza. Es presumible que en esta nación se practicaba el cultivo de la seda a mediados del siglo XIII. En el año 1250 existían ya en Zúrich telares de seda. Los comerciantes italianos trajeron seda en bruto a la ciudad de Limmat, donde la gente del país, unión de artesanos de Milán y Como, dieron comienzo a su elaboración.

En Alemania fue Federico el Grande, quien posiblemente estimulado por la landgravesa de Hessen, comenzó después de su llegada al poder la sericultura en Prusia. Todos los municipios fueron obligados a plantar un número determinado de moreras. A consecuencia de la real orden de 1742 había ya suficientes moreras para alimentar un número tal de orugas que permitiera el devanado de 2000 libras de seda. Unos años después las epidemias del gusano destruyeron las cosechas y los criadores se asustaron ante el riesgo.

El cultivo de la seda en Alemania vivió un corto período de resurrección en las cuatro décadas que separan los años 1830 y 1870. Por último, en los años de 1934 a 1945 se realizaron nuevas pruebas a instancias del propio Estado, para que Alemania dispusiera, cuando menos, de una pequeña fuente propia de aquellas nobles fibras textiles. En los años 1645 se hundió el cultivo de la seda en ese país.

1.3 Naturaleza de la fibra; especies naturales

Aparte del bombyx de la morera, existen unas 80 variedades más de mariposas cuyas orugas hilan fibras de seda. Tales animales viven en estado salvaje, cuya variedad más conocida y de mayor importancia textil es la seda "tussah". Cuando alguna tela de seda se alaba como de calidad "Chantung" o "Honan", se hace referencia a la seda salvaje de los hiladores "tussah". Las provincias de Chantug y Honan, capitales de la cosecha de capullos de gusano salvaje en Chian, han dado su nombre a dichas telas. También en el Japón se produce seda de un gusano tussah. Ambos gusano de morea, y no es raro que alcancen el tamaño de un huevo de gallina. La seda salvaje es menos uniforme que la seda normal, su tacto es áspero y carece de brillo. Su color es según la clase de oruga, gris plata, amarillo o pardusco.

El ciclo biológico completo del *Bombyx mori*, comprende cuatro fases: huevo semilla, larva o gusano, ninfa o crisálida y mariposa.

Los huevos en el momento que la mariposa hembra acaba de ponerlos, se encuentran revestido de materia gomosa y son amarillentos, luego se aplastan bastante y su color va pasando lentamente a gris. Los huevos mediante la incubación, experimentan cambios de color hasta que la larva queda activada. La incubación consiste en someter los huevos a una temperatura que debe pasar lentamente de 16 a 24°C durante siete de días.

En el momento de nacer, el gusano apenas mide tres milímetros, encontrándose cubierto de un pelo negro que luego desaparece. Durante su desarrollo pueden observarse cinco edades llamadas dormidas por las mudas o cambios de piel. La primera edad dura unos 7 días el sexto lo pasa aletargando y durante el séptimo verifica la muda; la segunda edad dura de 7 a 9 días con la correspondiente dormida y muda al final, la tercera tiene unos 8 días de duración y la cuarta edad de 8 a 10 días de duración, el gusano alcanza ya de 30 a 40 mm. De longitud, durante la quinta, el gusano devora la hoja de cantidades exorbitantes, el séptimo día se vuelve traslúcido, no come y busca sitio para formar el capullo. Este tiene una longitud de unos 30 mm y su ancho es de 20 a 25 mm. Los capullos femeninos son ovoideos y los masculinos están ligeramente estrechados en su parte central. También existen capullos dobles con dos orugas.

Para la formación de la hebra de seda el gusano tiene debajo de su canal intestinal dos glándulas llenas de fibroina y dos con sericina (cola de seda). Todos ellos desembocan a una formación verrugosa en la mandíbula inferior. Antes de salir, los filamentos de fibroina se envuelven en una capa de sericina.

Mientras que la fibroina se endurece en seguida al contacto con el aire la sericina permanece blanda durante algún tiempo y ello origina la fuerte adherencia entre las hebras del capullo. En una labor ininterrumpida de 3 o 4 días de duración el gusano teje una hebra de 3000 – 4000 metros de longitud. Dentro del capullo, el gusano se convierte en crisálida, de la cual nace luego la mariposa (unas dos semanas). Esta segrega unas gotas de un líquido, oscuro, corrosivo que reblandece la hebra de seda y facilita su salida del interior del capullo.

El sericultor, nunca debe dar lugar a que se desarrollen y salgan las mariposas, pues, el capullo agujereado tiene un valor muchos menor, debiendo ser trabajado junto con los demás desperdicios.

Así pues el sericultor no puede o no le conviene vender el capullo verde o en fresco debe proceder al ahogado de la crisálida.

Para el ahogado doméstico de los capullos, se emplean varios procedimientos, los principales son los siguientes: Exposición directa a los rayos solares, con este procedimiento, la crisálida muere más bien por desecación que por el propio calor del sol. Otro procedimiento es el introducir los capullos dentro del horno en canastos. Se efectúa un secado a una temperatura de unos 80°C en un principio, y después se baja a 60° ó 65°C, permaneciendo el capullo en el secadero de telas sin

fin, de 6 a 8 horas. Otro procedimiento consiste en exponer los capullos a la acción del vapor de agua durante unos cinco minutos, lo que se practica fácilmente extendiéndose sobre una criba, sobre una caldera con agua hirviendo, después de lo cual se secan. Otros procedimientos químicos a base de amoníaco, gas sulfurado, ácido sulfhídrico, etc. Presentan el inconveniente de perjudicar a la seda.

Después de ahogar los capullos estos se clasifican en capullos fuertes medianos, muy manchados, dañados o mohosos, de dobles paredes y de paredes delgadas. La hebra de seda de un capullo tiene una longitud comprendida entre 600 y 1200 m. y tal como la segrega el gusano, está compuesta de dos filamentos sencillos de fibroína unidos por medio de una sustancia gomosa llamada sericina.

1.4 Extracción de la fibra

La recolección del capullo suele realizarla el propio huertano cultivador, llevándolo fresco a las estaciones de recogida, donde se pesa e inmediatamente debe procederse al ahogado. A veces se practica un ahogado provisional para matar la crisálida. Para el ahogado definitivo existen diversos procedimientos, pero el más empleado es el secado a una temperatura de unos 80° en un principio, y después se baja a 60° o 65°, permaneciendo el capullo en el secadero de telas sin in, de 6 a 8 horas. Antes del almacenado hay que clasificar los capullos por tamaño, mediante una sencilla máquina que los divide en cuatro clases: pequeños, medianos, grandes y dobles. Después de esta clasificación, los de cada apartado se extienden mesas donde obreras especializadas separan los de distintas clases y colores, los manchados según la forma, etc. Seguidamente son almacenados en sacos de algodón de unos 50 kg.

Devanado ó hilatura. De la hilatura manual puede decirse que una hilandera en perola de 12 a 16 cabos, produce en jornada de 8 horas de 800 a 1100 gramos, pero teniendo en cuenta el personal auxiliar, se puede considerar que para introducir 1 kg de seda en 8 horas son necesarios como mínimo de 2.5 jornadas.

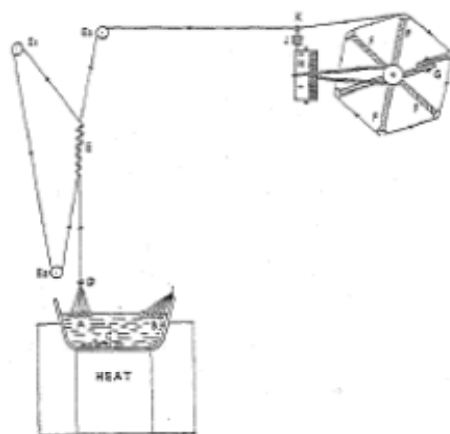


Fig.1 Hilatura manual de la seda

Tal como se indica en la Figura 1 la hilatura, tiene lugar simultáneamente sobre los 3.4 y a veces 5 o más capullos situados en el barreño B, donde se mantiene el agua a la temperatura conveniente (unos 50°C) por medio de vapor. Se reúnen las 3 o 4

hebras y pasan a un purgador de porcelana, luego se cruzan o retuercen simultáneamente entre sí para que se peguen mejor y tomen una forma más cilíndrica arrollándose finalmente la seda sobre una aspe, después de pasar por una guía de hilos que con su rápido movimiento alternativo hace que las espiras queden cruzadas unas sobre otras evitando así que se pequen. La velocidad del aspe es de unas 100 vueltas por minuto, con un perímetro de 2 metros poco más o menos.

La hilatura automática es hoy la que más se realiza en cualquier país. La máquina más extendida es la japonesa Tama que puede tener 200 a 400 cabos. Es muy normal que la máquina de 320 ó la de 400 cabos, que requiere el auxilio de otra máquina anterior, Chiva, que somete los capullos a una maceración previa con el fin de que puedan devanarse mejor que en la hilatura manual. Los capullos que han sufrido esta primera maceración pasan a los extremos de la máquina. Tama donde se realiza el batido o cepillado. Dos obreras situadas en cada extremo de la máquina se encargan de ir pasando los capullos de los distintos carros alimentadores que, si son suficientemente atendidos y las obreras atadoras (2 o 3 por cada máquina) prestan la suficiente atención, la máquina puede dar una producción muy considerable y una calidad de hilo mejor que la de la hilatura manual.

Una máquina Tama de 400 cabos produce en jornada de 8 horas unos 400 kg de seda hilada o “grega” y necesita de unas 25 obreras en total. Para esta misma producción, en hilatura manual, se necesitarían unas 100.

Hace unos años eran necesarios de 9 a 10 kg de capullo fresco para producir 1 kg de seda hilada y en España se consideraban normales hasta 12 kg. Actualmente se puede obtener la misma cantidad de hilado con solo 5 o 6 kg.

1.5 Propiedades físicas

1.5.1 Color y brillo

La seda totalmente devastada es muy suave, lisa y ofrece un brillo nacarado. (desbastado con baño jabonoso hirviente), se le denomina también seda brillante. En la seda mate se ha eliminado tan solo un 6-12% de la goma protectora y en la seda cruda o seda dura, esta proporción alcanza como máximo el 2-3 por ciento. Dicha seda en bruto es, según su origen, amarillenta, verdosa o blanca. Con el objeto de recuperar la pérdida de peso de la seda (en un promedio del 23 – 25%) es recuperado con las sales metálicas, se dice que el tratamiento es normal. Por lo común, el peso perdido durante el proceso de desbastamiento es siempre inferior al de las sales incorporadas aun cuando en algunas ocasiones excede en gran cantidad. La ventaja de de una recuperación razonable estriba en un aumento del brillo de la seda, en el mejoramiento de su tacto y en el más perfecto acabado de los tejidos en que interviene.

1.5.2 Aspecto microscópico

El aspecto microscópico de la fibra descrudada es el de una varilla de vidrio algo imperfecta y en su sección transversal puede apreciarse la tendencia a la forma triangular y sin ningún canal interior. La seda “tussah” se presenta en forma de

cintas planas irregulares, a menudo separadas y a veces retorcidas o con estrías longitudinales. (Figura 2)

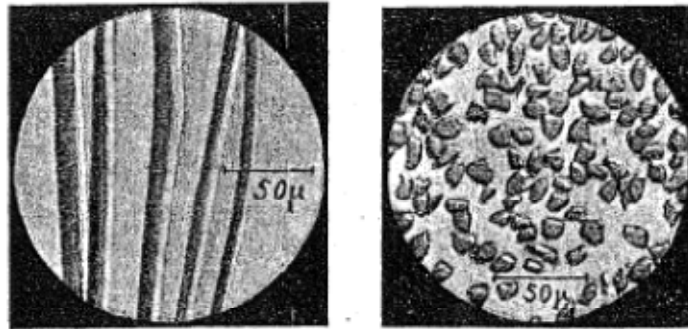


Fig.2 Sección longitudinal y transversal de la fibra de seda.

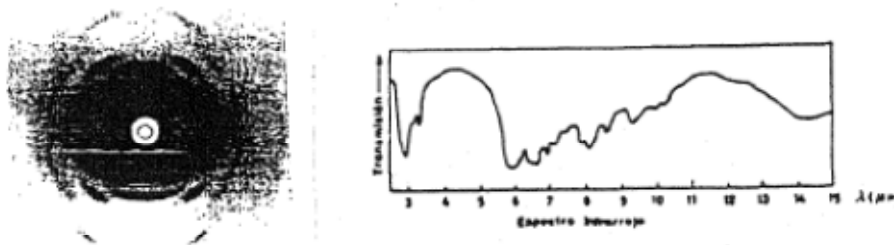


Fig.3 Lauegrama y espectro infrarrojo

1.53 Higroscopicidad

La tasa natural o típica de humedad es del 10%. La tasa comercial de humedad es del 11%. Tiene una capacidad de hasta el 30% de humedad.

1.54 Densidad

La densidad de la seda cruda o grega es de 1.30 a 1.37 y al densidad de la seda descrudada es de 1.25 a 1.30.

1.55 Finura de la fibra y título del filamento

El diámetro del filamento sencillo descrudado varía de a 10 a 14 μm , llegando hasta 20 μm .

La masa lineal o título del filamento sencillo: varía de 1 dtex para las sedas orientales (China, Japón) ó hasta de 1.5 dtex para las europeas, como término medio. La seda cruda o grega llega hasta 3 dtex.

1.56 Resistencia y alargamiento

La tenacidad a 20° y 65%HR es de 24 a 40 cN/tex y en húmedo es 22 a 35 cN/tex.

El módulo de elasticidad a 20°C y 65%HR es de 6.5 a 10.6 cN7tex.

1.57 Acción del calor

La seda es más conductora de calor y electricidad. Se descompone a 175°C. Quema con color característico a cuerno quemado.

1.6 Propiedades químicas

La sustancia propia de la seda se llama fibroína y es, como la de la lana, una sustancia albumínica, formada por diversos aminoácidos. La composición elemental media es de:

48% de carbono

27% de oxígeno

6-7% de hidrógeno

17- 19% de nitrógeno

Las fibras de seda están envueltas por una sustancia, denominada sericina, que es también una albúmina pero de composición distinta de la fibroína y, contrariamente a ésta, soluble en agua.

La estructura de la seda se compone de cadenas macromoleculares conectadas entre sí por medio de enlaces salinos y enlaces de hidrógeno. Se agrupan en zonas amorfas (40%) y en zonas cristalinas (60 %), la fibroína (materia proteica) está formada por 18 aminoácidos, de los que 4 (glicocola, alanina, serina y tirosina) constituyen el 84%. Sus cadenas tienen una longitud de 2000 Å (0.2 µm), con un grado de polimerización de 400 a 500.

Una hebra de seda consta de 2 filamentos de fibroína ($C_{15}H_{25}N_5O_6$) recubiertos de sericina ($C_{15}H_{25}N_5O_8$), proteínas que, 75% en peso corresponden a la fibroína, 25% la sericina, mas un 0.5% de grasa y materias ceras resinosas.

Los colorantes adecuados para su tinción son: ácidos, básicos, cromo directos y de complejo metálico.

Los ácidos minerales fuertes concentrados disuelven rápidamente la seda en frío.

La sosa y potasa cáustica en solución concentrada, disuelven la seda, especialmente en caliente.

Es soluble en cuoxam y cuproetilendiamina. Y en caliente, en ácidos orgánicos concentrados, como el fórmico.

Los oxidantes la atacan. Debe vigilarse el blanqueo con agua oxigenada y evitarse los hipocloritos.

Tiene la propiedad de absorber y retener las sales de los metales pesados y disueltos (hierro, aluminio, cromo, cobre, plomo y en especial el estaño). Esto se aprovecha para cargarla y aumentar su peso.

1.61 Identificación

La seda se disuelve en sosa caústica al 10% y a la ebullición y el acetato de plomo No la ennegrece, al contrario de lo que sucede con la lana.

Mediante la combustión se aprecia un olor a cuernos quemado. La reacción de los gases de la combustión con el papel de tornasol húmedo, es alcalina. El residuo es carbonoso y difícil de incinerar.

Es resistente al carbonizado ácido.

Se disuelve con ácido de sulfonítrico ($\text{SO}_4 \text{H}_2 + \text{NO}_3\text{H}$) concentrado.

Se hincha y se encoge con ácido nítrico diluido.

Se colorea de amarillo con ácido pícrico.

Soluble con hidróxido de cuproamonio.

Para una mezcla hay que indicar lo siguiente:

La seda con ácido sulfúrico se disuelve, mientras que la lana permanece inalterada.

Las diferencias con seda artificial son las siguientes:

La seda natural es atacada por el CLH al medio minuto, mientras que la seda artificial es insoluble.

La seda natural fija el ácido crómico y el dicromato, tiñéndose de amarillo, la seda artificial permanece incolora.

Al quemarse la seda natural produce un olor desagradable, la seda artificial no.

La seda artificial no deja residuos carbonosos al arder.

Las fibras de seda natural son mucho más finas que las de la seda artificial.

Lo mismo que la lana, al estar constituida por albúminas, es sensible a los álcalis (sosa, amoníaco) y al frote, por lo que deberá tomarse las máximas precauciones durante su lavado.

1.7 Ataques y alteraciones

Los principales defectos que pueden presentarse son: largas porciones de hilo cuyo diámetro se salía mucho del normal, nudos mal hechos que presentan los extremos libres muy largos o enmarañados, hebra volante o suelta.

A causa del envejecimiento, la sea descruada toma un ligero tono amarillento con cierta pérdida de resistencia. Expuesta prolongadamente a luz solar, pierde de resistencia. Puede ser atacada por la polilla y microorganismos, excepto el moho.

1.8 Variedades comerciales

Las sedas se clasifican según su origen: Sedas del Extremo Oriente, Sedas de Levante y Sedas de Europa.

Las sedas del Japón: 1º Marcas privilegiadas o Triple Extra especial (XXX sp,) 2º, Triple Extra (XXX), 3º, Gran Doble Extra (GXX) 4º Doble Extra Crack (XX Cr.) 5ª Doble Extra B(XXB), 6º Doble Extra A(XXA), 7º Extra (X), 8º, Best I, 9º, N°1 (Saiyu).

Las sedas de Francia y Levante: 1º Sedas de marcas privilegiadas; 2º Sedas Extra, 3º, Sedas de primer orden, 4ª, Sedas de segundo orden, 5º, Sedas de tercer orden.

Las sedas de España: 1º, Gran Exquis; 2º, Exquis; 3º, Reale; 4º, Realina; 5º, Extra.

Las sedas gregas se clasifican en grados (desde el 5ª que es el más alto, hasta el F, pasando por los 4A, 3A, 2ª, A, B, C ...) a partir de los resultados de los ensayos (devanado, tenacidad) y exámenes visuales, que ilustran sobre la desviación de título, la limpieza, etc.

1.9 Aplicaciones típicas

La seda es la fibra natural más resistente y elástica, ofreciendo además notable suavidad y belleza. La seda es la fibra textil más noble para la fabricación tanto de tejidos para vestir como para ornamentación. Hoy se emplea de preferencia en corbatería, pañolería fina. “foulard” y blusas femeninas. Por su alta tenacidad, se utilizó en los cables de los globos aerostáticos y en los paracaídas.

El “sedal” o “hijueta”, obtenido del gusano antes de que comience a “hilar” su capullo, es una hebra gruesa y corta (de unos 80 cm) que se ha venido utilizando como hilo de pesca.

1.10 Producciones y consumos

En España el 80% del capullo se produce en Murcia y el 20% restante entre Valencia, Alicante, Castellón, Tarragona y Andalucía.

La producción mundial de seda en 1998 en miles de toneladas fue la siguiente:

Europa	4.8
América	1.8
Asia	54.7
	<hr/>
Total	61.3

Los diez países mayores productores de seda durante 1988 fueron los siguientes (en miles de toneladas):

1.	China	34.4
2.	India	9.3
3.	Japón	6.8
4.	Unión Soviética	4.0
5.	Brasil	1.8
6.	Corea del Norte	1.6
7.	Corea del Sur	1.3
8.	Tailandia	1.0
9.	Bulgaria	0.3
10.	Turquía	0.3

La producción mundial de seda griega en otras décadas fue la siguiente: (toneladas)

	1938	1958	1968	1978
China		7500	9000	19000
Japón	43000	20000	21000	16000
Corea		500	1700	4300
India		1100	1700	3500
Rusia		2800	3000	3000
Brasil		70	190	950
Bulgaria		30	250	200
Turquía		270	70	120
Grecia				20
Italia				18
España	28	50	36	23
Totales	43028	32320	36946	47126