



## **APORTACIONES DE LA FIBRA DE LYOCELL EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TEJIDOS DE CALADA**

**Ana María Islas Cortes**

*Instituto Politécnico Nacional, ESIT  
amislas@ipn.mx*

**Gabriel Guillén Buendía**

*Instituto Politécnico Nacional, ESIME Azcapotzalco  
gguillen@ipn.mx*

**Yolanda Montoya Vargas**

*Instituto Politécnico Nacional, ESIT  
yolanda\_mvarg@hotmail.com*

### **Resumen**

*Fueron evaluadas las propiedades dinamométricas, regularimétricas de masa, torsión y coeficientes de fricción dinámica de los hilados de Lyocell fabricados en el sistema de rotor para fibras cortas, cuyo título nominal fue 20 tex. A partir de estos hilados se elaboraron tejidos con ligamento de sarga de peso nominal de 130.0 g/m<sup>2</sup>; estos también fueron evaluados en cuanto a sus densidades de hilados y pasadas, espesor, formación de bolitas, resistencia a la abrasión, rigidez a la flexión, ángulo de recuperación a la arruga, resistencia y alargamiento a la rotura, usando normas técnicas. Este estudio concluye que los tejidos de Lyocell analizados tienen una estabilidad dimensional excelente, lo que resulta con mínimas alteraciones sobre la talla comercial de la prenda después de varios lavados. El espesor de los tejidos crudos y descrudados ronda los 0.300 mm y acabado se contrae a 0.210 mm, sucede algo similar con el peso por unidad de superficie, lo que resulta positivo para los procesos de acabado porque los productos que se usan están en función de este parámetro. El tejido acabado presenta una elevada resistencia a la arruga lo que reduce la necesidad de planchado, mientras que la rigidez a la flexión es reducida favoreciendo la procesabilidad en la confección.*

*Palabras clave: Lyocell, confeccionabilidad, propiedades estructurales de tejidos.*



Lyocell es el nombre genérico de una fibra celulósica que se obtiene mediante un proceso de hilatura con disolvente orgánico, evitando la formación de derivados [Thorton, 1993]. La empresa británica Courtaulds investigó durante quince años en el desarrollo de esta fibra e invirtió más de 60 millones de libras esterlinas [Courtaulds, 1992]. El nacimiento de Lyocell es el resultado de dos factores: a) La necesidad de encontrar una alternativa al proceso de la viscosa para superar los problemas medioambientales y el excesivo costo y, b) la intención de mejorar las propiedades de las fibras celulósicas modal y polinósica [High Performance, 1995].

La fibra de Lyocell apareció en el mercado textil en el mes de junio de 1993, los diseñadores de moda importantes consideraron a la fibra revolucionaria por impartir características innovadoras en los tejidos, en cuanto a su tacto, parecido a la seda que hasta entonces no había sido posible conseguir con fibras celulósicas [Robinson, 1994].

### Experimentación

El objetivo del presente trabajo fue comprobar las bondades técnicas que le atribuyen a los tejidos fabricados con esta fibra verde. Se comenzó fabricando hilados en el sistema de rotor para fibras cortas, usando fibra de Lyocell cortada a 38 mm de longitud y finura de 4.0 micronaire, el hilado obtenido se le impartió 760 torsiones por metro y su título nominal fue de 20 tex. Se procedió a evaluar sus propiedades dinamométricas y regularidad de masa, torsiones por metro, coeficientes de fricción dinámica contra superficies de acero inoxidable y cerámica de acuerdo con norma técnica, siendo previamente acondicionados en una atmósfera

normalizada como señalan los procedimientos [Billie, 1999].

A continuación, se elaboraron tejidos de calada con ligamento de sarga y peso por unidad de superficie de 130 g/m<sup>2</sup>, mismos que fueron evaluados en cuanto a su espesor, propensión a la formación de bolitas o pilling, resistencia a la abrasión, rigidez a la flexión, ángulo de recuperación a la arruga, resistencia y alargamiento a la rotura, siguiendo la normativa existente [Morton & Hearle, 1997].

### Normativa técnica textil

A continuación, se describe la normativa técnica seguida para la valoración de las propiedades de los hilados estudiados en este documento.

Acondicionamiento ambiental de las muestras previo a determinar el aspecto físico o comportamiento mecánico de los materiales textiles, en una atmósfera de 65% HR (humedad relativa)  $\pm$  2% HR, a una temperatura de 20 °C  $\pm$  2 °C durante 24 horas.

Dinamometría de hilado realizado en un dinamómetro Statimat M Textechno, usando longitudes de 500 mm, celda de carga de 10 N, numeración de hilado en 50 m, velocidad de ensayo de 83 mm/min, pretensión de 0.5 cN/tex, sin factor de corrección y tiempo de rotura del hilado de 20 segundos  $\pm$  2 segundos.

La regularidad de masa valora la incidencia de imperfecciones en el hilado usando Uster Tester 3, mide el coeficiente de variación CV (10 m), partes delgadas por km, partes gruesas por km, neps por km y vellosidad. Una parte gruesa corta tiene una longitud de máximo 8 cm y su sección es más del doble de la sección normal del hilado, es un defecto que se



encuentra con frecuencia en todo tipo de hilado. Las partes gruesas largas son un incremento de la sección desde el 40% hasta más del 100% y son menos frecuentes que las partes gruesas cortas. Las partes delgadas cortas tienen una longitud aproximada del triple de la longitud de la fibra, las partes delgadas largas son una disminución entre el 30% y el 70% de su sección y su presencia es escasa en los hilados de fibra corta y más frecuente en hilados de fibras largas. Las partes delgadas largas influyen sobre el aspecto del tejido acabado y su presencia puede ser catastrófica. Una vellosidad de 4 corresponde a una longitud total de 4 cm en relación a la longitud del campo de medición de 1 cm. La vellosidad es la relación entre longitudes por ello está libre de dimensiones.

El coeficiente de fricción de los hilados se relaciona con las velocidades de hilatura y con ello la rentabilidad del proceso. La velocidad de 150 m/min del sistema convencional de anillos se ha visto ampliamente superada por los nuevos sistemas de hilatura, como los 300 m/min en el sistema neumático. A mayor velocidad de hilatura mayor rozamiento del hilado durante su formación, como consecuencia incremento en el calentamiento de las fibras. Las fibras celulósicas a una velocidad mayor a 110 m/min en el sistema de rotores, da lugar a la formación de pequeñas partículas de carbón, principalmente en fibras modal.

Ensayos técnicos realizados a los tejidos:

Ligamento o textura del tejido es el orden de entrecruzamiento de los hilados de urdimbre y trama de un tejido.

El método de densidad de hilados y/o pasadas en un tejido consiste en determinar la cantidad de estos visibles dentro de una rejilla

o abertura de un cuenta-hilos de 10 mm  $\pm$  0.05 mm, que dispone de una lupa de 4 a 20 aumentos, la muestra se coloca sobre una superficie horizontal sin tensiones ni arrugas.

El espesor de un tejido es la distancia entre el haz y el envés, medida bajo una presión específica durante 5 segundos, la precisión del micrómetro debe ser de  $\pm$  0.01 mm, tiene una relación directa con el cayente y la recuperación a la arruga del tejido.

El método para determinar el peso por unidad de superficie de un tejido indica cortar 4 muestras de 20 cm por 20 cm de tal manera que los lados de ésta no coincida con la dirección de la trama y la urdimbre, es decir que formen un rombo con respecto a ellas, se mide el peso con una balanza de precisión de  $\pm$  0.1 mg y el resultado se multiplica por 25 para obtener el peso por metro cuadrado de cada muestra.

Formación de bolitas o pilling se genera en un *Random Tumble Pilling Tester* y su valoración con patrones comparativos. Las bolitas son pequeñas esferas de fibra que se forman en la superficie del tejido por causa del rompimiento de las fibras por abrasión.

La resistencia a la abrasión es una indicación de la propiedad en uso. Se frota una muestra textil contra una superficie abrasiva, la evaluación se basa en la pérdida de masa experimentada tras determinado número de roces o el número de roces necesarios para provocar la rotura parcial de la muestra. Se usa un abrasímetro universal Stoll que consta de una plataforma horizontal provista simultáneamente de movimiento rotacional y de translación. La muestra se sitúa encima de una membrana de goma donde se coloca un aro metálico, centrado de 5 cm de diámetro y 1.2 mm de grueso, fijando la muestra alrededor



del disco, la membrana de goma se somete a presión regulado por aire. El abrasivo usado se coloca sobre un brazo pendular cargado convenientemente para aplicar presión de 1 kgf.

La rigidez a la flexión de un tejido se realiza en un *Shirley Stiffness Tester*, el método consiste en colocar la muestra uno en la señal indicadora del aparato, a continuación, se coloca la regla graduada encima de la muestra, se desliza ésta junto con la regla sobre la plataforma, de tal manera que van cayendo, se determina la flexibilidad cuando alcanza un ángulo de 41.5°. Se ensayan 5 muestras en cada sentido del tejido, el tamaño de ellas es de 20 cm de largo por 3 cm de ancho.

El ángulo de recuperación a la arruga en tejidos se determina cuando una muestra se dobla por la mitad y se coloca un peso de 500 g sobre ella durante 2 minutos, se retira el peso y se coloca sobre un aparato donde reposa 2 minutos y al termino se miden los grados de recuperación. El aparato consta de una plataforma circular graduada hasta 180°, una aguja indicadora, una base donde se sujeta la muestra doblada.

La resistencia y alargamiento a la rotura de tejidos se realiza en ambos sentidos, las muestras son de 30 cm de largo y 6 cm de ancho. La esencia del método es aplicar tracción a la muestra colocada verticalmente entre las mordazas de un dinamómetro universal.

### Presentación de Resultados

En la Tabla 1 se mostraron los resultados obtenidos del ensayo de dinamometría realizado sobre los hilados de Lyocell de título nominal 20 tex, se puede decir que son

similares a los que reportaría un hilado elaborado con fibra corta de poliéster en un sistema de hilatura de rotor, de una longitud de 38 mm y finura de 1.38 denier.

Tabla 1. Propiedades dinamo-métricas de hilados de Lyocell (elaboración propia).

Dinamómetro Statimat M Textechno	
Título (tex)	20.8
Alargamiento (%)	8.49
Fuerza rotura (cN)	506.34
Tenacidad (cN/tex)	24.355
Trabajo (cN.cm)	1247.49
Módulo 2.5% (cN)	396.47

En la tabla 2 aparecen las propiedades de regularidad de masa de estos hilados, donde se aprecia que son uniformes al no superar el CV límite, tienen ausencia de partes delgadas y gruesa por km de hilado y, su vello-sidad es superior a hilados de algodón peinado que ronda un índice de 6.

Tabla 2. Propiedades de regularidad de masa de hilados de Lyocell (elaboración propia)

Regularímetro de masa Uster Tester 3	
CV (10 m)	1.81
Partes delgadas/km	0
Partes gruesas/km	7
Neps/km	7
Vellosidad	7.22

En la tabla 3 aparecen las torsiones por metro, con un valor correspondiente a los hilados obtenidos por el sistema algodone-ro; en cuanto a la fricción medida en superficie de acero y cerámica, se aprecia que son considerablemente más elevado al valor medio con otras fibras; por ejemplo, en hilados de fibranas sus valores de fricción rondan 0.39 y 0.42 respectivamente. Los hilados de Lyocell



son aún más abrasivos y al momento de pasar por los ojales del liso y púas del peine de un telar desprende borra con facilidad, con el riesgo de producir contaminación en la sala de tejido.

Tabla 3. Valores de torsión y coeficiente de fricción con acero inoxidable y cerámica (elaboración propia).

Torsiones y coeficiente de fricción	
Torsiones (v/m)	$766.6 \pm 30.90$
Fricción (acero)	$0.402 \pm 0.028$
Fricción (cerámica)	$0.428 \pm 0.044$

La Tabla 4 contiene los resultados de la evaluación técnica de los tejidos de Lyocell en estado crudo, sin tratamiento; su densidad de hilados y pasadas por cm es media, su espesor es similar a tejidos de otras fibras con el mismo ligamento, pero más ligera. Presenta un alto valor de resistencia a la arruga comparada con tejidos de algodón, parecido a fibras de poliéster. El comportamiento a la flexión tiende a baja y su resistencia similar a tejidos con composición de fibra sintética, muy elevada comparada con tejidos de algodón. Sin embargo, su alargamiento es moderado.

Tabla 4. Parámetros de tejidos crudos de Lyocell (elaboración propia).

Propiedad	Crudo	
	Urdimbre	Trama
Densidad (h/cm)	22	23
Espesor (mm)	$0.284 \pm 4.8E-4$	
Peso ( $g/m^2$ )	$136.87 \pm 0.728$	
Arruga ( $^\circ$ )	$43 \pm 3.99$	$76 \pm 8.255$
Abrasión (ciclos)	$107 \pm 41.8$	
Flexión (cm)	$5.7 \pm 0.354$	$3.7 \pm 0.113$
Vellosidad (grado)	4	
Resistencia (kg)	$78.0 \pm 5.68$	$66.0 \pm 2.36$
Alargamiento (%)	$12.5 \pm 0.82$	$12.7 \pm 0.53$

En la Tabla 5 aparece la valoración de las propiedades correspondientes a los tejidos descrudados de Lyocell, es decir, se les han eliminado aditivos que les fueron aplicados con la finalidad de reducir fricción en los ojales y púas del peine del telar y reducir las roturas en el proceso de tejido. En general, puede apreciarse un cierto incremento a los valores de mismo tejido en estado crudo.

Tabla 5. Parámetros de tejidos descrudados de Lyocell (elaboración propia).

Propiedad	Descrudado	
	Urdimbre	Trama
Densidad (h/cm)	40	26
Espesor (mm)	$0.328 \pm 5.7E-3$	
Peso ( $g/m^2$ )	$142.9 \pm 2.469$	
Arruga ( $^\circ$ )	$112 \pm 4.73$	$127 \pm 10.12$
Abrasión (ciclos)	$163 \pm 39.3$	
Flexión (cm)	$3.0 \pm 0.108$	$2.7 \pm 0.07$
Vellosidad (grado)	3	
Resistencia (kg)	$69.4 \pm 1.0$	$58.4 \pm 3.54$
Alargamiento (%)	$16.1 \pm 0.47$	$12.1 \pm 0.63$

En la Tabla 6 se indican los valores obtenidos del tejido acabados de Lyocell, es decir ya teñido.

Tabla 6. Parámetros de tejidos acabados de Lyocell (elaboración propia).

Propiedad	Acabado	
	Urdimbre	Trama
Densidad (h/cm)	32	18
Espesor (mm)	$0.210 \pm 3.1E-3$	
Peso ( $g/m^2$ )	$131.2 \pm 2.932$	
Arruga ( $^\circ$ )	$104 \pm 16.52$	$103 \pm 98.9$
Abrasión (ciclos)	$102 \pm 8.6$	
Flexión (cm)	$2.3 \pm 0.08$	$1.9 \pm 0.1$
Vellosidad (grado)	4	
Resistencia (kg)	$83.4 \pm 1.0$	$13.3 \pm 3.1$
Alargamiento (%)	$12.9 \pm 0.32$	$15.0 \pm 0.15$



En general, se observó una contracción en los valores obtenidas en los ensayos técnico.

### Conclusiones

Los valores de tenacidad y alargamiento a la rotura de los hilados de Lyocell son mayores a los correspondientes a tejidos de algodón; por ello, el proceso de tejido presentó un número de roturas bajo. El hilado de Lyocell es abrasivo y en el proceso de tejido produjo borra. La regularidad de masa de hilado indica un coeficiente de variación bajo, lo que conduce a una regularidad del hilado, su vellosidad es elevada lo que provoca borra en el tejido. Existe la posibilidad de realizar un proceso de encolado en condiciones óptimas para reducir la influencia de esta característica en el proceso de tejido.

El espesor y peso por unidad de superficie del tejido acabado elaborado con Lyocell es bajo comparado con tejidos de la misma estructura fabricados con otras fibras, lo que le confiere una sensación agradable al tacto. En cuanto a la flexibilidad presentó valores inferiores comparado con tejidos elaborados con fibra corta de origen sintético. Presenta valores elevados de resistencia a la rotura

comparado con tejidos de algodón, similares a tejidos elaborados con fibra corta de poliéster.

En el tejido cuanto mayor es la recuperación a la arruga de tejidos menor es la rigidez a la flexión.

### Referencias

Thornton Andrew (1993). A Cellulosic Fiber For The 21st Century, Man Made Fibres. Textile Month, pp. 42-45. February.

Coutaulds Fibres Tencell (1992). Textile Month, pp. 75-77, April.

Robinson J. (1994), Nueva fibra celulósica permite obtener una amplia gama de efectos superficiales. ITB Tintorería/estampado 2/94.

New developments in Lyocell (1995), High Performance Textiles. August, pp. 2-3.

Billie J. Collier & Helen H. Epps (1999), Textile Testing and Analysis, Prentice-Hall Inc., ISBN 0-13-488214-8. Pp. 63, 64, 99-101, 128-132, 148, 151-153, 187.

W. E. Morton & J. W. S. Hearle (1997), Physical Properties of Textile Fibres, The Textile Institute, ISBN 1-870812-41-7.