

## ACCIÓN DEL ASPERGILLUS NIGER SOBRE LA FIBRA DE RAYÓN-VISCOSA EN PRESENTACIONES DIFERENTES

M. C. García\*, M. C. Riva\*\*

### 0.1. Resumen

Se describen los resultados de la investigación relacionada con la acción del hongo *Aspergillus niger* sobre las propiedades físicas de la fibra rayón-viscosa de distintas características (título, corte, tenacidad en húmedo y porcentaje de elongación). El biodeterioro se valora en términos de cambios en la resistencia a la rotura y porcentajes de alargamiento.

**Palabras clave:** biodeterioro, fibra rayón viscosa, ataque fúngico.

### 0.2. Summary: ACTION OF ASPERGILLUS NIGER ON VISCOSE RAYON FIBRE IN DIFFERENT PRESENTATIONS

The results of investigation related to the action of *Aspergillus niger* on physical properties of viscose rayon fibre of different characteristics (title, cut, humidity tenacity and percent elongation) have been described. It has been shown that technological factors have an effect on textile deterioration. The bio deterioration was described in the terms of breaking strength variations and percent elongation.

**Key words:** bio deterioration, Viscose-rayon fibre, fungal attack.

### 0.3. Résumé: ACTION DES ASPERGILLUS NIGER SUR LA FIBRE RAYONNE-VISCOSE EN DIFFÉRENTES PRESENTATIONS

Les résultats de la recherche ont été décrits en relation avec l'action des *Aspergillus niger* sur les propriétés physiques des fibres rayonne-viscose de différentes caractéristiques (titre, coupe, tension en humidité et pourcentage d'élongation). Il a été démontré que des facteurs technologiques ont un effet sur la détérioration du textile. La bio-détérioration a été décrite en terme d'échange dans

la résistance de la tension et le pourcentage d'élongation.

**Mots clé :** bio-détérioration, rayonne-viscose, fungi attaque

## 1. INTRODUCCIÓN

Existen diferentes tipos de degradación, entre ellos están la fotodegradación, la degradación química y la biodegradación, que según algunos investigadores<sup>1)</sup>, cualquiera de estos tipos de degradación tiene 3 componentes esenciales: sustrato a degradar, el agente que la efectúe y un ambiente de características específicas, de manera que si falta alguno de ellos la degradación no se produce. En los ambientes naturales hay muchas maneras de degradación que se combinan generando sinergia durante la degradación de los polímeros. Este deterioro y la degradación de las estructuras poliméricas en la naturaleza, los cuales son los mecanismos básicos para asegurar el reciclado de los elementos de la biosfera, puede ser considerada también degradación medio ambiental. El término biodegradación se aplica cuando se presenta la transformación y deterioro de materiales sólo por organismos vivos, incluyendo microorganismos y/o sus sistemas enzimáticos<sup>2)</sup>.

Los microorganismos están presentes en cualquier parte de la tierra, desde las regiones más frías, a las más calurosas y pueden sobrevivir en condiciones extremas en cuanto a temperatura (-180 a 100°C), acidez-alcalinidad (pH 1-13) y en lo concerniente a humedad se ha demostrado que los microorganismos bacterianos necesitan de un 95-100% de humedad relativa para su desarrollo, mientras que los hongos con tan sólo un 65%<sup>3)</sup> ya lo logran. Debido a esto, el hombre ha utilizado varios métodos de protección antibacteriana, antifúngica y antiácidos, pero puede ocurrir que las colonias de bacterias de un determinado terreno no sean capaces de descomponer ciertos materiales que en cualquier otro lugar serían fácilmente atacados.

En las últimas décadas, se han realizado estudios<sup>4,5)</sup> que demuestran que microorganismos, como los hongos, influyen directamente en la degradación acelerada de los materiales textiles de origen celulósico y de constitución proteica, a través de la secreción de enzimas. La descomposición de los productos textiles se considera como un proceso dañino que conlleva a la pérdida de sus propiedades específicas. Las principales fuentes de probable contaminación son: aire del medioambiente, camiones cisterna, agua,

\* Minerva Cristina García Vargas, Ingeniera Bioquímica, Catedrática del Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Becaria del CONACYT (México), Doctoranda en la UPC y Colaboradora en el Laboratorio de Toxicología Ambiental.

\*\* M<sup>a</sup> Carmen Riva Juan. Dra. en Ciencias Biológicas, Investigadora de la Universidad Politécnica de Catalunya. Jefa del Laboratorio de Toxicología Ambiental del INTEXTER (U.P.C.).

lugares de almacenamiento de la materia prima, equipo de producción, conductos y filtros, por lo que la contaminación puede ocurrir durante el proceso, el almacenamiento, el transporte o el uso del producto textil.

Para evitar la pérdida de propiedades de los materiales se busca garantizar la protección antibacteriana lo cual se puede conseguir de varias formas, ya sea por la aplicación de tratamientos de acabado basados en diversos componentes orgánicos, por modificación química del polímero componente de la fibra por copolimerización, por la actividad antibacteriana intrínseca del polímero componente de la fibra, o bien por la incorporación de productos antimicrobianos a las fibras en el proceso de hilatura<sup>6)</sup>.

En el presente trabajo se pretende conocer si, a pesar de determinado tratamiento antimicrobiano que reciben las fibras durante su producción, son susceptibles al ataque fúngico y caracterizar el biodeterioro de la fibra de rayón viscosa, a través de la medición de los cambios en la resistencia a la rotura y en el porcentaje de alargamiento.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Materiales textiles

Los materiales celulósicos utilizados en el presente trabajo son fibras de rayón viscosa elaboradas industrialmente en diferentes presentaciones. Sus propiedades han sido indicadas por la empresa suministradora, sin embargo, para asegurarse de que las comparaciones entre las muestras control y las sometidas a la actividad microbiana han sido medidas bajo las mismas condiciones y que las variaciones no son consecuencia de falta de normalización, se han valorado los parámetros de referencia de variación por la actividad fúngica; estos son la resistencia a la rotura y el porcentaje de alargamiento. Ambos parámetros han sido determinados tanto en las fibras control (las recibidas de la empresa directamente), como las que han sido sometidas a la acción del hongo *Aspergillus niger*. Las mediciones se han realizado en el Laboratorio de Parametría Física de este Instituto. Las características de las fibras de rayón viscosa control vienen indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1

Propiedades físicas de las presentaciones de la fibra rayón viscosa proporcionadas por la empresa suministradora

	Presentación	Título (dTex)	Corte (mm)	Tenacidad en húmedo (CN/tex)	Alargamiento en húmedo (%)
1	Tipo algodónero brillante 1,7/40	1.7	40	11.0	26
2	Tipo lanero brillante 8,8/70	8.8	70	6	33
3	Tipo lanero negro brillante 1,7/40	1.7	40	9	24
4	Tipo lanero negro mate 1.7/40	1.7	40		
5	Tipo non woven mate 1.7/38	1.7	38	10	27
6	Tipo non woven amarillo mate 1,7/51	1.7	51	9.0	24

Como el rayón es un material manufacturado el diámetro del filamento puede variar. La viscosa es fabricada en un determinado rango de dtex. Las fibras discontinuas típicas son 1.7, 3.3, 5.0, 9.0, 17, 40, 56 dtex, (1.5, 3, 4.5, 8, 15, 18, 44, 50 den); mientras que la longitud de la fibra está entre 32-200 mm (1.25 – 8 in)<sup>7)</sup>.

### 2.2. Métodos y técnicas de análisis

Todos los reactivos empleados en los experimentos son de tipo PA (para análisis).

La metodología utilizada para analizar la acción fúngica sobre la fibra de rayón viscosa es AATCC Test Method 30-1981<sup>8)</sup>. El microorganismo empleado es el hongo "Aspergillus niger" (ATCC

6275); el medio de cultivo es un caldo compuesto de: NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub> (3.0 g.), KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub> (2.5 g.), K<sub>2</sub>H PO<sub>4</sub> (2.0 g.), MgSO<sub>4</sub> .7H<sub>2</sub>O (0.2 g.), FeSO<sub>4</sub> . 7H<sub>2</sub>O (0.1g.), agar (20.0 g.), H<sub>2</sub>O destilada (1000 ml) adicionándose un 3% de glucosa. Para la inoculación e incubación se distribuye el agar esterilizado en las placas petri, se humidifica la fibra textil con agua que contenga 0.05% de un agente humidificador no iónico y se esteriliza a 103 kPa/121°C/ 15'; cuando se enfría, se coloca la muestra en contacto con el medio de agar bajo condiciones asépticas, se distribuye 1 ml del inóculo de la suspensión uniformemente sobre cada muestra con una pipeta esterilizada y finalmente se incuba a 28° C ± 1° C durante 14 días.

Para la determinación de la resistencia a la rotura y los cambios en el porcentaje de alargamiento se ha utilizado la metodología ASTM D3822-82e<sup>9)</sup>. Se preparan 40 muestras de la siguiente manera: se retira la muestra del recipiente de cultivo a los 14 días, lavándola suavemente para frenar el crecimiento microbiano; se seca a temperatura ambiente durante 18-24 horas y posteriormente se acondiciona en una atmósfera de 65 ± 2% de humedad relativa a temperatura ambiente, durante un periodo mínimo de 24 horas antes de hacer las determinaciones. Una vez acondicionadas las muestras, se llevan a cabo las pruebas para estudiar la resistencia a la rotura y las variaciones en el porcentaje de alargamiento.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La resistencia a la rotura es la medida de la fuerza necesaria para romper la fibra y está experimentalmente dada por la carga máxima desarrollada en la prueba de tracción. Para una fibra individual, la resistencia está dada por la carga de rompimiento (rotura), por ejemplo, en gramos.

Los resultados en cuanto a la variación en la pérdida de resistencia a la rotura de cada una las presentaciones de la fibra rayón viscosa se muestran en la Tabla 2. Se han incluido los datos de las presentaciones control para poder llevar a cabo las comparaciones pertinentes.

En el parámetro de resistencia a la rotura se observa que la presentación de la fibra textil más afectada es la de tipo non woven mate 1,7/38 (No. 5), teniendo un 60.30 % de variación, mientras que la de tipo lanero brillante 8,8/70 (No.2) es la que menores cambios muestra con un 21.52% de variación.

**TABLA 2**  
 Resistencia (gr.) a la rotura de las fibras de rayón- viscosa en diferentes presentaciones  
 n= 40 muestras en cada presentación

Presentaciones de las fibras de rayón-viscosa		Fibras control de rayón viscosa			Fibras de rayón viscosa tratadas con <i>Aspergillus niger</i>		
		Media (gr.)	Tenacidad gr.peso/tex	Desviación std	Media (gr.)	Tenacidad gr.peso/tex	Desviación std
1	Tipo algodónero brillante (1,7/40)	3.13	18.38	0.37	1.93	11.34	0.60
2	Tipo lanero brillante (8,8/70)	15.8	17.95	2.05	12.40	14.09	1.98
3	Tipo lanero brillante negro (1,7/40)	3.09	18.19	0.61	2.10	12.37	0.33
4	Tipo lanero mate negro (1,7/40)	2.89	16.97	0.34	1.80	10.57	0.28
5	Tipo non woven mate (1,7/38)	3.30	19.40	0.44	1.31	7.68	0.33
6	Tipo non woven amarillo mate (1,7/51)	2.98	17.53	0.54	1.82	10.72	0.60

Los valores obtenidos en la prueba de la resistencia a la tracción de la viscosa-rayón son similares a los valores de tenacidad de la fibra rayón viscosa ordinaria según otros estudios<sup>10)</sup>, donde han encontrado que esta fibra tiene un rango entre 13-41 gr. peso/tex en seco.

Se puede constatar que en todas las presentaciones de la fibra se produce una reducción en la resistencia a la rotura, lo que indica que la presencia del hongo *Aspergillus niger*

parece ejercer una acción de disminución de la capacidad de dicha resistencia. Para comprobarlo estadísticamente se ha aplicado la prueba "t" de student, con un nivel de confianza del 95%; los resultados obtenidos se resumen en la tabla 3. En cada presentación, el valor estadístico "t" es mayor al valor crítico, lo que sugiere que efectivamente la acción de *Aspergillus niger* ha afectado esta propiedad física.

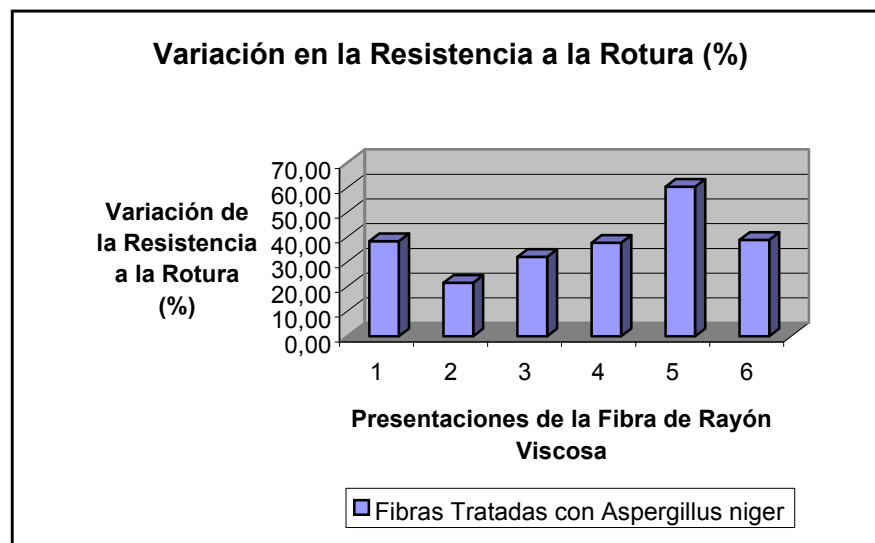
**TABLA 3**

Resultados de la Prueba "t" de student de resistencia a la rotura de las fibras de rayón viscosa en diferentes presentaciones.  
 n= 40 muestras para cada presentación

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales						
	1,7/40 Algodonero Brillante	8,8/70 Lanero Brillante	1,7/40 Negro Lanero Brillante	1,7/40 Negro Lanero Mate	1,7/38 Non Woven	1,7/51 Amarillo Mate Non Woven
Media	3.125	15.795	3.093	2.885	3.298	2.980
Varianza	0.137	4.218	0.373	0.115	0.190	0.291
Observaciones	40	40	40	40	40	40
Diferencia hipotética de las medias	0	0	0	0	0	0
Grados de libertad	65	78	60	75	73	77
Estadístico t	10.773	7.517	8.990	15.704	23.038	9.116
Valor crítico de t (una cola)	1.669	1.665	1.671	1.665	1.666	1.665

El análisis de las variaciones en las medias de este parámetro en las fibras de rayón-viscosa de diferentes propiedades físicas, permite resaltar el efecto del proceso de producción del textil sobre el

deterioro biológico, pues en las distintas presentaciones de la fibra se observan diferentes variaciones en la resistencia a la rotura pese a que todas son de rayón viscosa.



**FIGURA 1:** Porcentaje de variación en la resistencia a la rotura

Por otro lado la incorporación del producto antimicrobiano en concentraciones del orden de 0.15 - 0.3% s.p.f.\*, no resultó tener la potencia suficiente para frenar la acción catalítica de las enzimas de *Aspergillus niger* sobre las fibras de rayón-viscosa. En la Fig. 1 se indican los porcentajes de variación en cada presentación.

- (s.p.f.) Sobre peso de fibra

### 3.1. Alargamiento en la ruptura

El alargamiento puede ser expresado de manera fraccionaria o como porcentaje del incremento de su longitud y se le conoce como porcentaje de alargamiento<sup>11</sup>.

Los resultados obtenidos del porcentaje de alargamiento se muestran en la Tabla 4, los cuales coinciden con los de otros estudios, donde se ha encontrado que la viscosa-rayón normal se alarga cerca de 17-25% de su longitud original y de 23-32% en húmedo<sup>12</sup>. La fibra rayón viscosa menos

afectada es la tipo lanero (No.2), teniendo una variación inferior al 1%; con este porcentaje de deformación aún puede recuperar su forma elástica de acuerdo con las investigaciones de Gacén. Este investigador afirma que para un

alargamiento del 2%, la recuperación elástica oscila entre el 70 y el 100%, mientras que el resto de las fibras ya se verían afectadas por deformaciones permanentes.

**TABLA 4**  
 Porcentaje de alargamiento de las fibras de rayón viscosa en sus distintas presentaciones  
 n= 40 muestras para cada presentación

No	Presentaciones de las fibras de rayón-viscosa	Fibras control de rayón viscosa		Fibras de rayón viscosa afectadas por <i>Aspergillus niger</i>	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
1	Tipo algodón brillante 1,7/40	22,46	4,73	14,64	4,15
2	Tipo lanero brillante 8,8/70.	23,95	3,00	23,64	6,18
3	Tipo lanero brillante negro 1,7/40	18,91	4,91	12,38	3,24
4	Tipo lanero mate negro 1,7/40	18,88	4,90	11,61	3,41
5	Tipo non woven mate 1,7/38	20,05	5,63	13,75	3,82
6	Tipo non woven amarillo mate 1,7/51	20,36	5,73	9,75	3,07

Como puede observarse la totalidad de las diferentes presentaciones de las fibras de rayón viscosa, también decrecen en su capacidad de elongación después de ser sometidas a la actividad de *Aspergillus niger*. Los resultados de la comprobación estadística a partir de la prueba "t"

de student se indican en la tabla No. 5, donde el valor estadístico "t" es mayor que el valor crítico para todos los casos, lo que permite afirmar que existe un decremento significativo en esta propiedad física debido a la acción enzimática del *Aspergillus niger*.

**TABLA 5**  
 Resultados de la Prueba "t" de student del porcentaje de alargamiento de las fibras de rayón- viscosa en diferentes presentaciones  
 n= 40 muestras para cada presentación

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales						
	1,7/40 Algodonero Brillante	8,8/70 Lanero Brillante	1,7/40 Negro Lanero Brillante	1,7/40 Negro Lanero Mate	1,7/38 Non Woven	1,7/51 Amarillo Mate Non Woven
Media	22.463	23.950	18.913	18.875	20.050	20.363
Varianza	21.954	9.010	24.088	24.048	31.677	32.795
Observaciones	40	40	40	40	40	40
Diferencia hipotética de las medias	0	0	0	0	0	0
Grados de libertad	77	56	68	70	69	60
Estadístico t	7.907	0.288	7.028	7.687	6.579	10.328
P(T<=t) una cola	0	0.387	0	0	0	0
Valor crítico de t (una cola)	1.665	1.673	1.668	1.667	1.667	1.671

En la Fig. 2 se representan las variaciones en el porcentaje de alargamiento de las presentaciones de la fibra después de haberlas sometido al ataque fúngico. La menos afectada en

esta característica resulta ser la fibra de tipo lanero (No.2), mientras que la que tiene mayor perdida en su capacidad de elongación es la de tipo non woven amarillo mate (No.6).

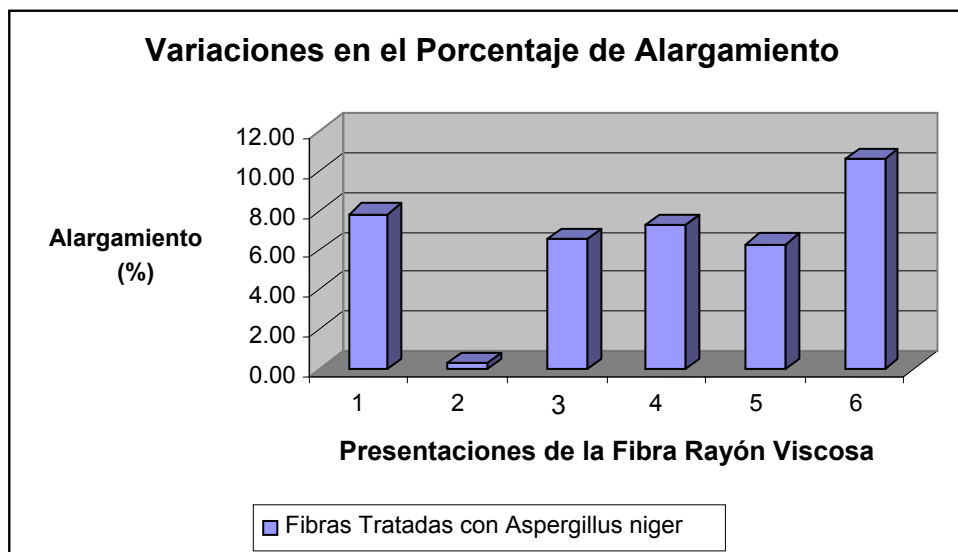


FIGURA 2: Variaciones en el porcentaje de alargamiento

A partir de estos valores se podría pensar que, la acción del microorganismo estuviera relacionada con la fabricación del material textil, aspecto en el cual se está actualmente trabajando.

Los resultados obtenidos de los dos parámetros, tal como se indica en la metodología, se midieron a los catorce días de exposición de las fibras a la acción del microorganismo. En este periodo de tiempo, *Aspergillus niger* parece haber producido un deterioro en el material textil, sin embargo, dicho efecto no resulta suficiente para degradar en su totalidad ninguno de los tipos de presentación de la fibra de rayón viscosa, objeto de este estudio. En general, el cuidado de las fibras de los ataques fúngicos han de ser un aspecto de gran relevancia, ya que las propiedades mecánicas de las fibras textiles son importantes tanto para el proceso, como para las propiedades del producto final.

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación han confirmado que la acción catalítica de las enzimas del *Aspergillus niger* deteriora la fibra textil de rayón viscosa en todas las presentaciones analizadas, pese al tratamiento industrial antimicrobiano recibido durante su proceso de fabricación.

#### 5. AGRADECIMIENTOS.

Se agradece al Dr. Arun Naik y a su colaboradora Dña. Lolita Filgueira por el apoyo brindado y por las facilidades otorgadas para el uso del Laboratorio de Parametría Física.

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Thiel M.E. y Rossi P.V., La Relación entre la biodegradación y los Residuos Plásticos, Boletín Técnico Informativo 8 de Plastivida, Argentina, 4 (1998).
2. Betrabet, J.M, Dasani U.P, Bhatt I.G. Studies of Cellulolytic Micro- organism. Part Y . Micro flora Associated with Degradation of Cotton in Storage in Bombay. T.R.S 33,12; 1189-1197 (1968).
3. Gilman J.C., Manual de Hongos del Suelo, Cría Editorial Continental S.A. (1963).
4. Cabrera E. y López M.O., Comportamiento de géneros textiles de diversa constitución fibrosa ante la acción microbiana en condiciones naturales agresivas, Boletín INTEXTER 107, UPC, 9-18 (1995).
5. Salerno-Kochan R. Biodegradation in Cellulose Textiles, Fibras and Textiles In Eastern Europe, Vol. 9, 69-72 (2001).
6. Gacén J., Fibras Higiénicas, Fibras Saludables, Boletín INTEXTER, UPC, Vol.120, 49-54 (2001).
7. Bigorra y Llobet, Manual práctico de fibras textiles, 1ª edición, Editorial Agrupaciones Profesionales, Sabadell, 55-56 (1971)
8. AATCC, AATCC Technical Manual, American Association of Textile Chemists and Colourists, Section 4, Test Method 30-1981, Biological Properties, Fungicides, Evaluation on Textiles: Mildew and Rot Resistance of Textiles, 309 (1981).
9. ASTM D3822-82e, Standard Test Method for Tensile Properties of Single Textile Fibres, American Society for Testing Materials, Annual Book of ASTM Standards, Vol 07.01, 505-510 (1982).
10. Morton W.E., Hearle J.W, Physical Properties of Textile Fibras, 1 edition, The Textile Institute of Manchester, Manchester and London, 27, 267-269, 296, 407 (1962).
11. Gordon Cook, Handbook of Textile Fibras, 5ª edición, Merrow Publishing Co, LTD, Inglaterra ,9-56 (1993).
12. Gacén Guillén, Fibras Textiles, Universidad Politécnica de Cataluña, Terrassa, España 196-203 (1991).