

# Remolición del color de lodos provenientes de la industria textil por *Aspergillus sp*



## Carolina Peña Serna

Ingeniera de Procesos. Universidad EAFIT.  
cpenaser@eafit.edu.co

## Yesika V. Tobón Pérez

Ingeniera de Procesos. Universidad EAFIT.  
ytobonpe@eafit.edu.co

Recepción: 30 de octubre de 2005 | Aceptación: 20 de marzo de 2006

## Resumen

El hongo *Aspergillus sp* fue aislado del agua residual del proceso de tintura de una Industria textil colombiana y utilizado para la degradación de colorantes azo, reactivos y dispersos; biodegradación que fue realizada para una dilución al 10% del lodo sin adición de ningún tipo de nutriente y sin ajuste de pH inicial.

El tratamiento con este microorganismo proporcionó una eficiencia de 80.55% debido a la adsorción de los colorantes, además presentó una disminución del pH desde 7.52 hasta 3.83 en un período de 9 días.

## Color removal in sludge from the textile industry by jeans of *Aspergillus sp*

## Abstract

The fungus *Aspergillus sp* was isolated from wastewater of the dyeing processes of the Colombian textile industry and it was used for azo, reactive, and disperses dye degradation. The biodegradation was done for a 10% dilution of initial sludge without any additional compounds and without initial pH control.

The treatment with this microorganism provided an efficiency of 80.55 % due to dye adsorption, besides it shown a pH decrease from 7.52 to 3.83 in 9 days.

## Palabras Clave

*Aspergillus sp.*  
Lodo  
Textil  
Colorantes

## Key words

*Aspergillus sp.*  
Wastewater  
Sludge  
Textile  
Dyes

## Introducción



Las empresas manufactureras de textiles consumen grandes cantidades de agua principalmente en las operaciones de tintura. Si se considera el volumen de vertimientos generados y su composición, este sector industrial se perfila como uno de los más contaminantes (Sen y Demirer, 2003).

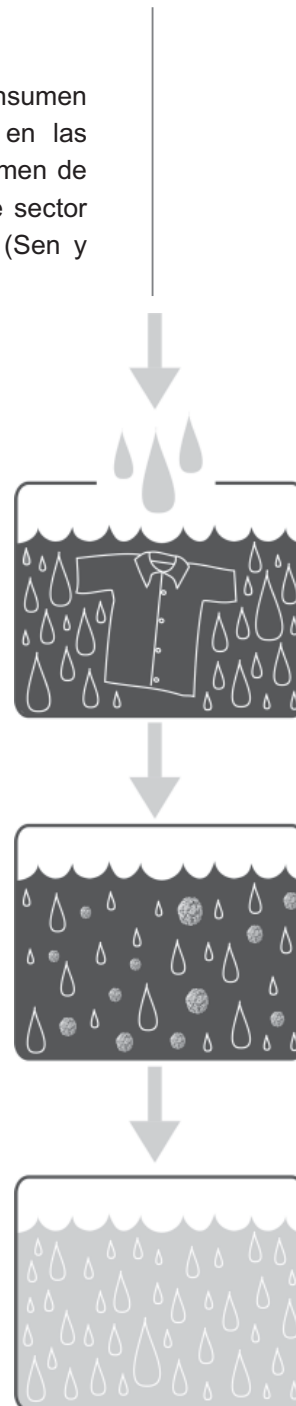
Analizando la tendencia del sector textil colombiano, encaminada a abrir nuevos mercados en el exterior, tal como el Tratado de Libre Comercio, se prevé un crecimiento a futuro de este sector industrial, por lo que se hace indispensable disminuir los impactos negativos al medio ambiente, haciendo que las empresas implementen alternativas para reducir parcial o totalmente las fuentes contaminantes del agua, empleando métodos físicos, químicos (Pearce, *et al.*, 2003, Sen y Demirer, 2003, Yesilada, *et al.*, 2002) y/o biológicos, con la implementación de las metodologías Producción Más Limpia y Cero Emisiones, e incentivando la utilización de materias primas verdes (totalmente orgánicas), que le permitan a las empresas lograr sus metas según el método que más les convenga, tanto por efectividad como por la baja inversión de capital inicial.

La bioremediación de vertimientos industriales se conoce con el nombre de biodegradación. En ésta, se emplean microorganismos capaces de degradar sustancias de tipo orgánico e inorgánico que se encuentren contaminando los ecosistemas. En ocasiones, estos microorganismos se pueden hallar en el mismo contaminante (Benavides, 2001).

Este tratamiento que ha comenzado a estudiarse, tiene varias ventajas entre las cuales se cuentan bajo costo, eficiencia, posibilidad de tratar grandes volúmenes de efluentes, entre otros (Pearce, *et al.*, 2003).

Los colorantes son unos de los contaminantes más difíciles de tratar y están presentes en los vertimientos finales entre el 40 - 50% del colorante inicial utilizado en el proceso de tintura (Sen y Demirer, 2003), que además influyen en el aumento de DBO y DQO (Yesilada, *et al.*, 2002).

En la actualidad, una industria textil en la ciudad de Medellín – Colombia, luego de su proceso de tinción, vierte al río Medellín y sin ningún tipo de tratamiento agua residual contaminada con colorantes



azo, reactivos y dispersos, por lo cual, en el presente trabajo, se decidió aislar un microorganismo nativo del vertimiento, con la finalidad de adaptarlo para optimizar su capacidad de degradación de los compuestos que generan el color en búsqueda de disminuir el impacto ambiental.

## 1. Materiales y métodos

### 1.1 Lodo

La muestra problema, el contaminante a tratar, fue el lodo proveniente del proceso de tinción de una industria textil colombiana ubicada en el Valle de la Aburrá, con colorantes azo, reactivos y dispersos, pH 7.63, temperatura ambiente y presencia de fibras.

### 1.2 Aislamiento e identificación del microorganismo

Para aislar los microorganismos, como primera medida se tomó una muestra de lodo y se enriqueció con caldo nutritivo durante una hora, en un agitador orbital (New Brunswick Scientific, C1 Clasic) a 100 rpm y 22°C, posteriormente, se inoculó por superficie en una caja petri, con agar Sabouraud; luego se llevó a incubación durante un período de ocho días a una temperatura de 30°C.

Además, se realizó una siembra por profundidad en agar Sabouraud que fue llevada a incubación en las mismas condiciones de operación mencionadas anteriormente.

El hongo se aisló con un asa de aguja, fue sembrado por punción en caja petri con agar Sabouraud y finalmente incubado durante 8 días a 30°C.

Para lograr esterilidad en todas las etapas del aislamiento, se utilizaron 3 mecheros ubicados en forma triangular para lograr un radio de esterilidad de aproximadamente 15 cm. Además y previamente, se esterilizó el sitio de trabajo con hipoclorito de sodio al 2%.

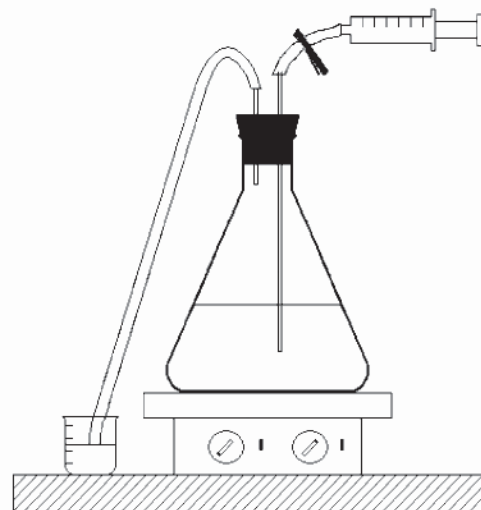
Para la identificación del hongo, se observaron tanto la morfología durante su crecimiento como la formación de esporas, cuyas características fueron descritas por una persona especializada.

### 1.3 Preparación del inóculo para la biodegradación

Para llevar a cabo la biodegradación se realizó un montaje, como se muestra en la figura 1. El inóculo empleado para el tratamiento, se preparó utilizando caldo Sabouraud con 0.03% de Agar -Agar.

Una vez esterilizado el montaje, se tomó una muestra de la caja petri donde fue realizado el aislamiento y se inoculó el hongo con un asa de aro.

**Figura 1.** Montaje de fermentación



Posteriormente, se llevó el sistema (microorganismo y montaje) a un agitador magnético (Heidolph, MR 2002).

La toma de muestras se realizó esterilizando primero el lugar de trabajo, purgando previamente el sistema compuesto por la manguera y la jeringa, y procediendo a tomar un volumen de muestra constante de 5 ml en un tubo cónico (Falcon de 14ml) que posteriormente se llevó a la centrifuga (Universal, 32R) por 15 minutos a 4500 rpm. El sobrenadante se retiró con una micropipeta (Pipetman de 10 ml) y el precipitado se llevó a un horno (Memmert, TU250) a una temperatura de 50°C por 24 horas.

## 1.4 Biodegradación del lodo

Se tomó el lodo problema, se filtró para eliminar las fibras y posteriormente se realizó una dilución al 10% v/v con el sobrenadante para un volumen de trabajo de 500 ml.

Se realizó un pretratamiento de tres días con bacterias aisladas del mismo lodo, para disminuir la concentración de nitrógeno presente en la dilución del lodo y así evitar una posible inhibición del hongo. Al finalizar este período se llevó a cabo una filtración para remover la mayor cantidad de bacterias.

Se tomaron 50 ml del preinóculo (10% del volumen de trabajo) para dar inicio al tratamiento. Antes de iniciar éste, se tomó una muestra patrón del lodo y de la dilución, con la finalidad de comparar las muestras durante el proceso de degradación de color.

Una vez inoculado el hongo en la dilución, se llevó el sistema a un agitador orbital (New Brunswick Scientific, C1 Clasic) a una frecuencia de 100 rpm.

Las muestras se tomaron cada tres días y se les analizó el color con un Espectrofotómetro UV-VIS (Elios gamma), previamente se realizó un barrido espectral para determinar la  $\lambda_{max}$ .

Además, se realizaron análisis para determinar presencia de metales como: hierro, cobre y cromo, en un Espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer, 3100).

Antes de realizar las mediciones se llevó a cabo centrifugación a 4500 rpm por 10 minutos.

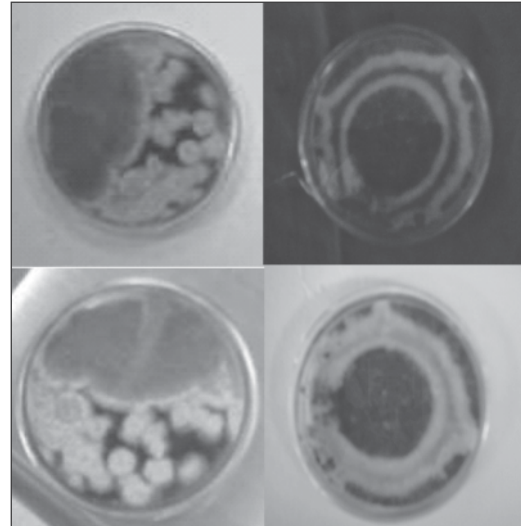
## 2. Resultados y discusión

### 2.1 Identificación de microorganismos

Se identificaron bacterias Gram positivas en forma de bacilos por medio de Tinción Gram.

En la figura 2. se muestra el *Aspergillus sp.*, único genero fúngico aislado del contaminante, que hasta el momento no ha sido tipificado.

**Figura 2.** Aislamiento del hongo

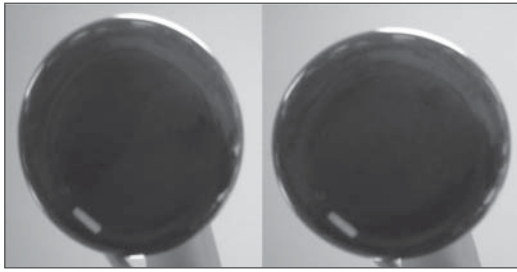


### 2.2 Degradación del lodo mediante el hongo aislado

El tratamiento de remoción de color tuvo una duración de nueve días, haciendo seguimiento a la degradación del color cada tres días.

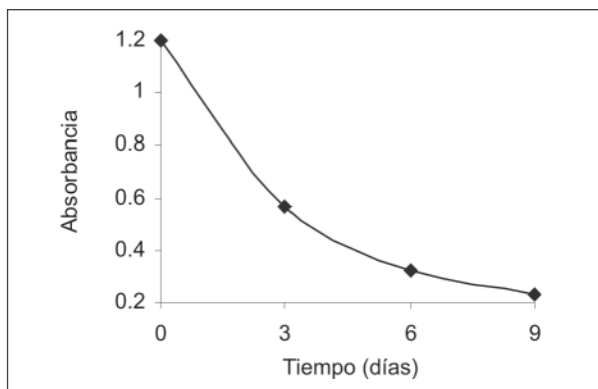
Cuando se realizó la cinética de crecimiento al *Aspergillus sp.*, no se obtuvo un comportamiento típico, debido a que éste ya estaba adaptado al lodo y por lo tanto, concentraciones altas de nutrientes esenciales para su crecimiento, como las que presentaba el medio de cultivo, provocan inhibición del hongo induciendo la no adaptación de éste al medio.

En los tratamientos de remoción de color, los hongos pueden metabolizar los colorantes o emplear mecanismos de adsorción (Yesilada, *et al.*, 2002; Sumathi y Manju, 2000, Pearce, *et al.*, 2003). Debido a la coloración azul presentada por el *Aspergillus sp.* durante la degradación, como se puede observar en la Figura 3, se constata que éste utilizó la adsorción del colorante presente en el lodo como mecanismo de degradación.

**Figura 3.** Coloración del hongo

El seguimiento de la remoción de color se llevó a cabo por medio del método colorimétrico, que arrojó los resultados presentados en la Figura 4.

Como se observa, la primera muestra (a los tres días de la inoculación), presenta la mayor disminución en color, pasando de un valor de absorbancia inicial de 1.198 a 0.566.

**Figura 4.** Mediciones de Absorbancia

Hasta el día nueve de la biodegradación, la eficiencia de remoción de color obtenida con *Aspergillus sp.* es del 80.55%.

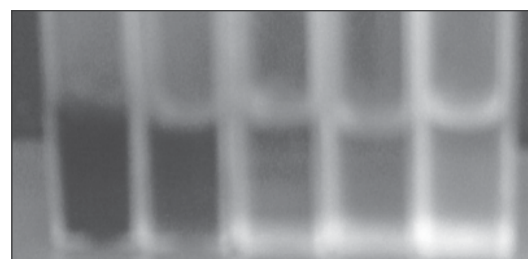
Según Assadi, con *A. niger* en un biorreactor Airlift, con adición de 3 g/L de glucosa, se puede degradar, por bioadsorción, colorantes azo, sulfúrico, reactivo y pigmento con una eficiencia del 95% en un período de 20 horas. (Assadi, *et al.*, 2001); Según Sumathi, *A. foetidus* en un medio con nutrientes adicionales como: cromo (5 ppm), cloruro de sodio al 1% y glucosa, es capaz de degradar, por bioadsorción, colorante Drimarene con una eficiencia de 95% en 48 horas (Sumathi y Manju, 2000). El tratamiento con *Funalia trogii* en medio Sabouraud con dextrosa es capaz de degradar colorante rojo Astrazon con eficiencia de 72% en dos horas (Yesilada, *et al.*, 2002).

En la presente investigación, el prolongado período para la obtención de una eficiencia del 80.55% se debe a que el medio no fue enriquecido con ningún tipo de nutrientes, hecho que fue realizado en las investigaciones anteriormente mencionadas. Adicionalmente, se reportó que factores como concentración celular (Assadi, *et al.*, 2001, Yesilada, *et al.*, 2002) y de colorante (Sumathi y Manju, 2000, Yesilada, *et al.*, 2002) y temperatura (Assadi, *et al.*, 2001, Yesilada, *et al.*, 2002) producen un efecto importante sobre la degradación del color, lo cual evidenciaría la baja eficiencia obtenida con *Aspergillus sp* puesto que en esta investigación no fueron evaluados.

A pesar del largo período necesario para alcanzar una remoción de color de 80.55%, es importante resaltar que la muestra problema empleada en este trabajo es real y contiene varios tipos de colorantes, mientras las muestras tratadas en las investigaciones antes mencionadas fueron hechas con colorantes de un alto grado de pureza y adicionalmente, con excepción del trabajo realizado con *A. niger*, en el cual, se empleó una mezcla de colorantes, el resto contenían uno solo.

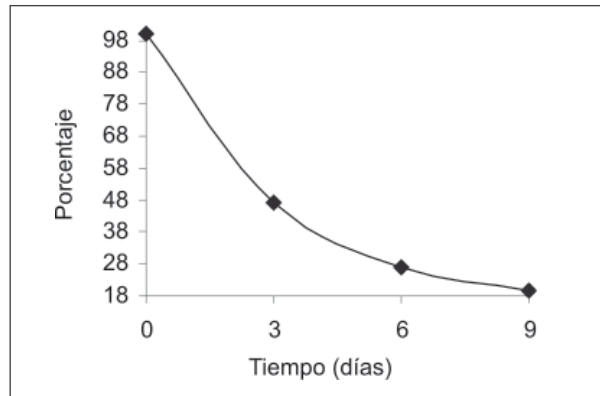
Dada la eficiencia obtenida en este tratamiento, se observa la posibilidad de recircular el agua en el proceso de tintura para disminuir costos de producción, aunque se requiere estudiar su factibilidad debido a efectos de corrosión e incrustaciones que se puede causar en los equipos como consecuencia del pH.

La Figura 5 muestra el seguimiento realizado a la biodegradación del color durante los 9 días. De izquierda a derecha las muestras son: lodo problema, dilución al 10%, muestra día 3, muestra día 6 y muestra día 9.

**Figura 5.** Seguimiento de la biodegradación

Como se muestra en la figura 6 el porcentaje de color remanente al final del tratamiento es 19.45%, lo que indica una buena actividad del hongo si se considera que el medio no fue enriquecido.

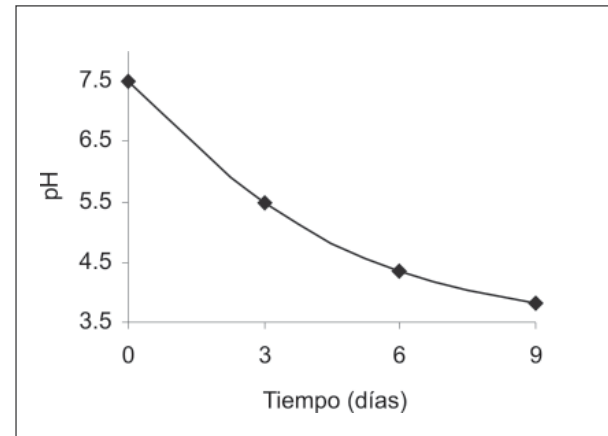
**Figura 6.** Porcentaje de remoción de color



Debido a las actividades metabólicas del *Aspergillus sp* se observó un descenso en el pH del lodo, pasando de pH inicial 7.63 donde el microorganismo fue capaz de adaptarse, hasta un valor de 3.83, como era de esperarse, debido a los procesos catabólicos propios de los organismos vivos (Sumathi y Manju, 2000).

La Figura 7 muestra el seguimiento realizado al pH del lodo, durante la degradación de color.

**Figura 7.** Seguimiento realizado al pH



El análisis de metales realizado mediante la espectrofotometría de absorción atómica no indicó la presencia de metales presentes en el lodo.

## Conclusiones

El *Aspergillus sp.* utilizado para la biodegradación mostró una eficiencia de 80.55% en la reducción del color en 9 días.

Se considera que los resultados obtenidos en este trabajo son buenos, en un área que hasta ahora comienza a estudiarse en Colombia, teniendo en cuenta varias consideraciones: la primera, no adición de más nutrientes (como glucosa) y la segunda, la complejidad de la muestra empleada para el tratamiento.

La biodegradación del color con *Aspergillus sp.* es una alternativa viable para el tratamiento de colorantes empleados en la industria textil, cuya eficiencia y tiempo se pueden mejorar evaluando simultáneamente, otros factores que afectan el proceso.

Dado que la forma del hongo en cultivo sumergido es en pellets, no se requiere adicionar 0.03% de Agar Agar.

Para trabajos futuros se recomienda: Evaluar factores tales como: Temperatura, adición de glucosa, concentración celular y de colorante, los cuales tienen un efecto importante sobre la biodegradación del color; evaluar el impacto ambiental real que causarían los efluentes del proceso de tinción luego de la biodegradación del color, y, evaluar la posibilidad de recirculación del agua residual finalizado el proceso de biodegradación del color.

## Bibliografía

Assadi, M y Jahangiri, M. (2001). "Textile wastewater treatment by *Aspergillus niger*". En: *Desalination*. No. 141. pp. 1- 6.

Benavides, Joaquín. (2001). "Aplicaciones biotecnológicas en el tratamiento de aguas residuales en textiles". En: *Colombia Textil*. Vol. 035. No. 132. pp. 17 – 26.

Pearce, C, Lloyd, J y Guthrie J. (2003). "The removal of colour from textile wastewater using wholebacterial cells: a review". En: *Dyes and pigments*. No. 58. pp. 179 - 196

Sen, S y Demirer, G.N. (2003). "Anaerobic Treatment of real textile wastewater with fluidized bed reactor (FBR)". En: *Water Research*. N° 37. pp. 1868 – 1878.

Sumathi, S y Manju, B.S. (2000). "Uptake of reactive textile dyes by *Aspergillus foetidus*". En: *Enzyme and Microbial Technology*. N° 27. pp. 347 – 355.

Yesilada, O, Asma, D y Cing, S. (2002). "Decolourisation of the textile dye Astrazon red FBL by *Funalia Trogii* pellets". En: *Bioresource Technology*. N° 81. pp. 155 - 157.