



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL MAR DEL PLATA  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**Título:** Consorcios bacterianos: una alternativa eficiente para el tratamiento de efluentes textiles.

**Autores:** Pérsico, M. M., Ceretta, M.B., Pegoraro, C.N., Nercessian, D., Wolski, E.A.

**Año 2019**

Tecnología e Ingeniería Ambiental

## **Consortios bacterianos: una alternativa eficiente para el tratamiento de efluentes textiles**

Ceretta, MB <sup>1</sup>; Pérsico, MM <sup>2</sup>; Pegoraro, CN <sup>3</sup>; Nercessian, D <sup>3</sup>; Wolski, EA <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Ambiente (INCITAA), FI, UNMdP. <sup>2</sup> Facultad Regional Mar del Plata (FRMdP), Universidad Tecnológica Nacional (UTN). <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB), FCEyN, UNMdP-CONICET.

Directora: Dra. Erika A. Wolski. Codirectora: Débora Nercessian.

**Palabras Claves:** consorcio bacteriano; azo-colorantes; efluente textil; biodegradación.

**Eje temático:** Tecnología e Ingeniería Ambiental.

### **Introducción**

La actividad textil es responsable de producir grandes volúmenes de efluentes que resultan altamente tóxicos. La elevada salinidad, pH, y la elevada concentración de colorantes remanentes en el agua luego del proceso de teñido, provocan efectos indeseados en el medio ambiente como por ejemplo la inhibición de la fotosíntesis. Por otro lado, se ha reportado que los colorantes (particularmente los de tipo azo) son potenciales agentes mutagénicos y cancerígenos. Además, los mismos están especialmente diseñados para ser persistentes.

En los últimos años, el creciente interés por el cuidado del agua y la toma de decisiones tendientes hacia una gestión más sustentable de la misma, motivó a desarrollar nuevas estrategias en el tratamiento de efluentes. Los métodos fisicoquímicos de degradación tradicionales no suelen ser adecuados, ya que son muy costosos y generan grandes volúmenes de residuos secundarios. En este sentido, los métodos biológicos constituyen una alternativa viable y amigable con el medioambiente, ya que con ellos se puede lograr incluso la mineralización de los contaminantes, son más económicos y sencillos de implementar.

### **Objetivos**

#### *Objetivo general*

Estudiar la degradación biológica de un efluente textil, sin diluir y sin tratar previamente, utilizando un consorcio bacteriano aislado de la cámara de inspección de la fábrica de donde se obtuvo el efluente.

#### *Objetivos específicos*

1. Estudiar la cinética de decoloración del efluente textil.

2. Identificar subproductos del proceso de degradación.
3. Evaluar la toxicidad del efluente luego del tratamiento biológico.

## **Materiales y métodos**

### *Obtención de muestras y pre-enriquecimiento*

El efluente textil se recolectó de una planta de teñido de la ciudad de Mar del Plata (Partido de Gral. Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires, Argentina) y se almacenó en freezer a -20 °C hasta el momento de su utilización. El mismo contenía el azo-colorante Direct Black 22 (DB22).

Para el aislamiento de los microorganismos, se realizaron hisopados en las paredes de la cámara de inspección del lugar, que luego fueron utilizados para realizar un pre-enriquecimiento en el Caldo Luria Bertani (LB), incubado durante 10 horas a 120 rpm, 25°C y oscuridad.

### *Cinética de degradación*

Se adicionaron 10 ml del LB pre-enriquecido a 110 ml del efluente, se incubó durante 96 horas a 25°C, sin agitación y en oscuridad. Como control se utilizó efluente sin inocular.

Para estudiar la degradación se tomaron alícuotas de 2 ml a intervalos regulares de tiempo durante el período de incubación. Las muestras se clarificaron centrifugando 10 min a 14000 g. Se conservó el sobrenadante para determinar: la decoloración (midiendo absorbancia a 480 nm mediante espectrofotometría UV-visible); pH (con el pHmetro HANNA modelo HI 2211); y la demanda química de oxígeno (DQO, por el método número 5520: Closed Refluxed Method<sup>1</sup>).

### *Identificación de subproductos de degradación*

Los subproductos de degradación se identificaron mediante una cromatografía de gases con espectroscopia de masas (GC-MS) (Shimadzu QP-2010 Ultra, Japón). Primero se realizó una extracción en fase líquida, para ello se tomaron alícuotas de 4 ml de: efluente sin tratar (control), efluente a tiempo inicial del tratamiento (0 horas), y efluente tratado (96 horas). Se adicionó en partes iguales una mezcla de acetato de etilo:acetona (2:1) (fase orgánica), y se agitó durante 2 horas. Luego se dejó reposar en frío para separar las fases. Finalmente se tomó la fase orgánica, y se concentró por evaporación a un volumen final de 0,5 ml.

Para realizar la cromatografía se utilizó una columna capilar ZB-5 MS (30 mx0.25 mmx0.25 µm); la temperatura inicial fue de 60 °C (1 min), que fue en aumento a 12°C.min<sup>-1</sup> hasta 170°C y luego 30°C.min<sup>-1</sup> hasta 300 °C (2,5 min), el tiempo total de corrida fue de 17 min. El gas portador fue helio. Las temperaturas del puerto de inyección y la interfaz del GC-MS se mantuvieron a 300°C. El volumen de inyección fue de 1 µl en modo splitless. Los posibles

---

<sup>1</sup> Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. Clesceri, L. S., A. E. Greenberg, y A. D. Eaton. 20th ed. United Book Press Inc., Baltimore, Maryland. 1998. ISBN: 0-87553-235-7.

productos de degradación se identificaron por sus patrones de fragmentación con la base de datos del equipo.

### *Toxicidad*

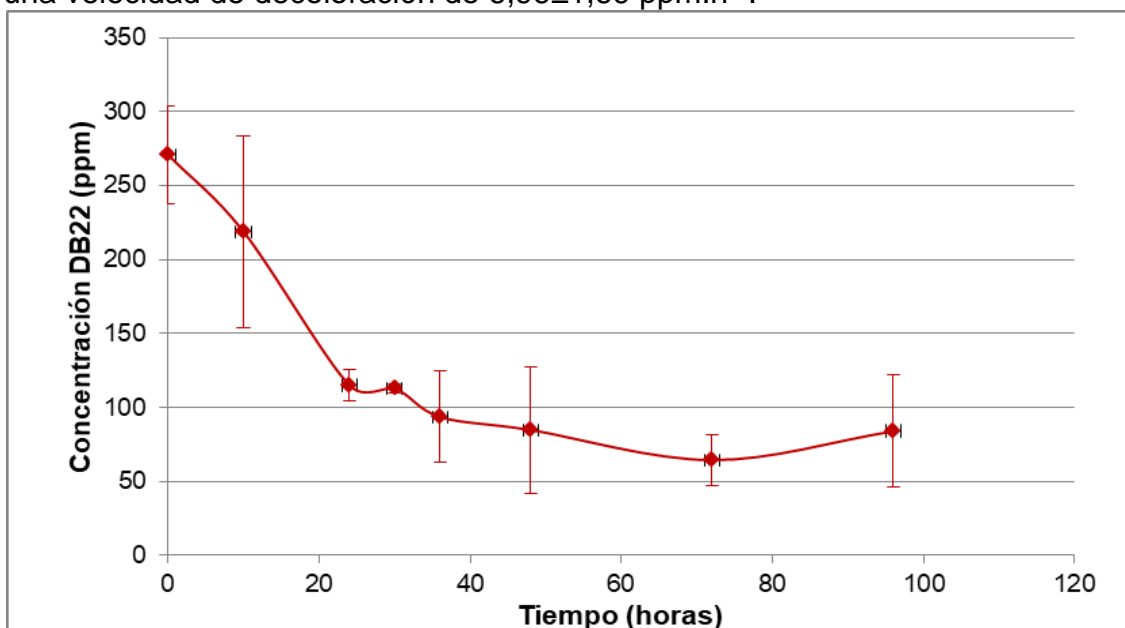
La toxicidad se estudió evaluando los efectos del efluente textil sobre el crecimiento poblacional de la microalga *Scenedesmus* sp. Primero se determinó la concentración letal media (LC<sub>50</sub>). Para ello se probaron 5 diluciones distintas del efluente sin tratar (1; 6,3; 12,5; 25 y 50%). Todos los bioensayos se realizaron por cuadruplicado, en cultivo estático, sin renovación del medio. Cada uno se inició con una siembra de un inóculo de 20.000 células.ml<sup>-1</sup> provenientes de cultivos unialgales en fase de crecimiento exponencial, adaptados al medio de cultivo utilizado como control. Cada siembra se realizó en tubos de ensayo de 20 ml. La incubación se realizó durante 96 horas a una temperatura de 18 ± 1 °C, con iluminación continua (26 W/m<sup>2</sup>) y agitación diaria. Cada 24 horas durante la duración del bioensayo se cuantificó la tasa de crecimiento de la población algal mediante recuentos con cámara de Neubauer, bajo microscopio óptico.

Utilizando la concentración calculada para la LC<sub>50</sub>, se realizaron nuevamente los bioensayos con el efluente sin tratar, el efluente luego del tratamiento biológico (96 horas) y el medio de cultivo como control. Se repitieron las condiciones de incubación mencionadas previamente.

## **Resultados**

### *Cinética de degradación*

Con el tratamiento biológico se logró una decoloración del 68,99±12,91%, con una velocidad de decoloración de 6,96±1,69 ppm.h<sup>-1</sup>.



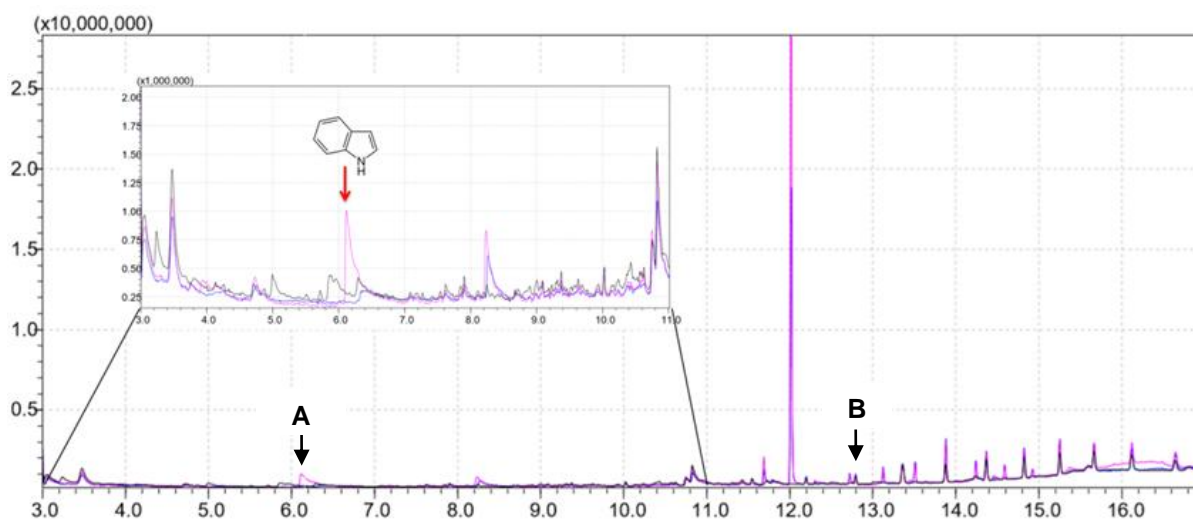
**Figura 1. Cinética de decoloración.**

Luego del tratamiento el pH descendió de 9,53 a 7,74, y la DQO disminuyó de  $3300 \pm 443,8 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$  (efluente sin tratar) a  $2632 \pm 169,7 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$  (LB), todos ellos resultados deseables en un tratamiento eficiente.

#### *Identificación de subproductos de degradación*

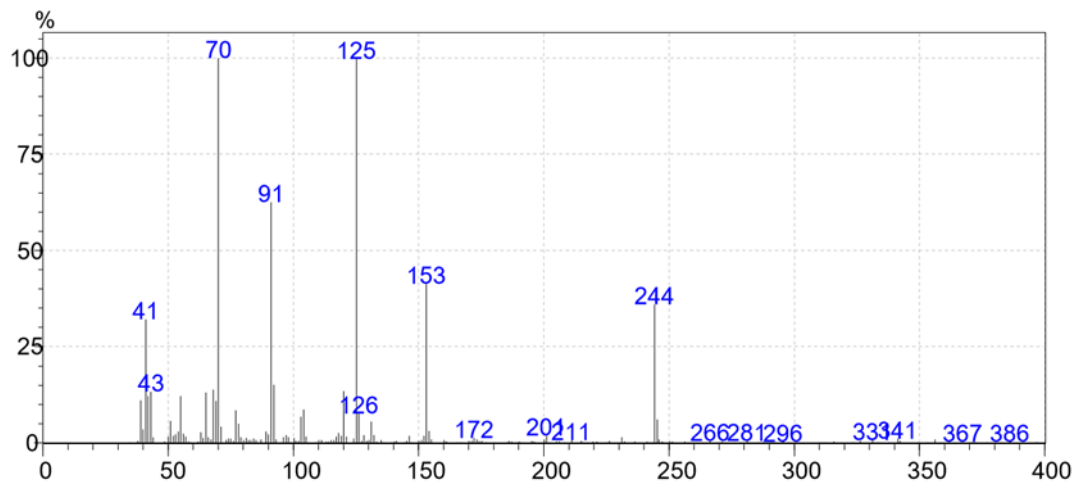
Es sabido que los colorantes presentes en los efluentes textiles, junto con los intermediarios y los productos de su degradación parcial (aminas aromáticas), pueden resultar altamente tóxicos con propiedades mutagénicas y cancerígenas. Por lo tanto, es importante su identificación y realizar un seguimiento de los mismos durante los tratamientos mencionados. Los perfiles cromatográficos obtenidos por GC-MS, permitieron identificar dos compuestos que presentaron en su estructura átomos de nitrógeno, y porciones cíclicas: indol (pico A, Fig. 2) y 3-benzilhexahidropirrol [1,2-A] pirazin-1,4-dione (pico B, Fig. 2).

Con respecto al indol, es conocido que es una impureza derivada de la síntesis de colorantes. Con el GC-MS pudo observarse que el pico correspondiente a este compuesto fue disminuyendo con el tratamiento biológico, hasta casi desaparecer completamente a tiempo final (Fig. 2).



**Figura 2. Perfil cromatográfico GC-MS. Línea rosa: t<sub>0</sub>; línea azul: t<sub>24</sub>; línea negra: t<sub>f</sub>.**

El pico B se detectó a tiempos intermedios de la cinética, no se observó a tiempo inicial (t<sub>0</sub>), por lo que podría tratarse de un derivado de la degradación del DB22 (Fig. 3).

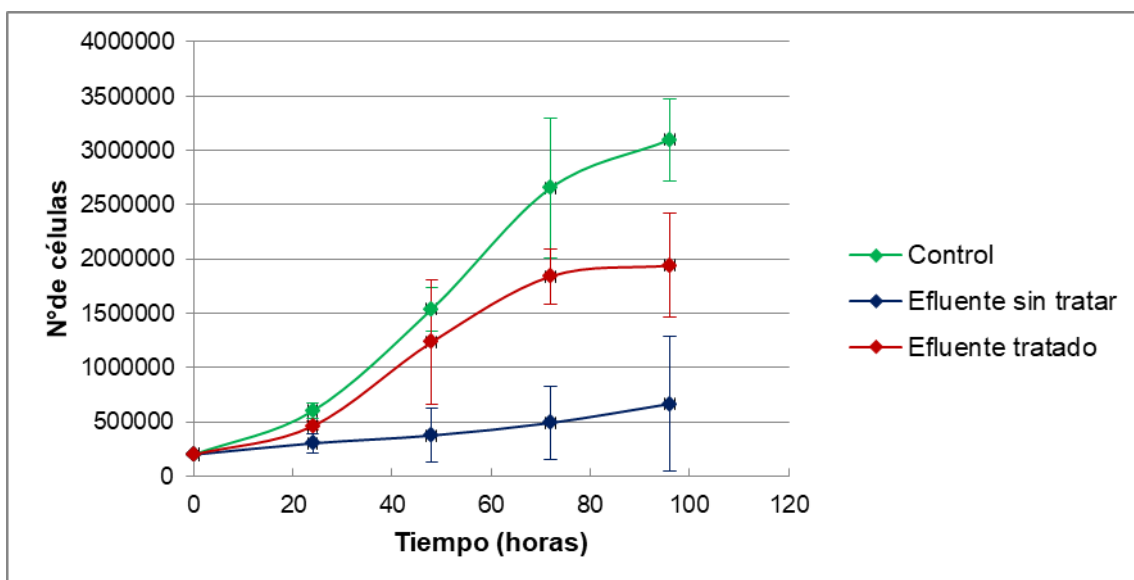


**Figura 3. Espectro de masas del 3-benzylhexahydropyrrolo [1,2-A] pyrazine-1,4-dione C<sub>14</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.**

#### Toxicidad

La LC<sub>50</sub> calculada fue de 7,80 ± 13,58% (v/v), esta concentración se utilizó para repetir el bioensayo con los siguientes tratamientos: efluente sin tratar, y el efluente a tiempo final del tratamiento biológico (es decir, a las 96 horas). Para el control se utilizó el medio de cultivo.

El crecimiento de *Scenedesmus* sp. se vio inhibido en un 78,49% cuando se expuso al efluente sin tratar, mientras que con el efluente tratado el porcentaje fue de a 37,35% (Fig. 4). Por lo tanto, el tratamiento biológico permitió una recuperación del 41,41% del crecimiento algal.



**Figura 4. Crecimiento de *Scenedesmus* sp. expuesto a efluente textil antes y después del tratamiento biológico.**

## **Conclusiones**

El consorcio aislado resultó bueno degradando el efluente textil puro a temperatura ambiente y en ausencia de una fuente externa de carbono (características que permiten minimizar los costos si se piensa en su aplicación a escala industrial). También disminuyó el pH y la toxicidad.

Todas estas características convierten a esta alternativa en una excelente opción para su potencial aplicación en el tratamiento de efluentes textiles. Futuros estudios nos permitirán optimizar distintos parámetros de la degradación y mejorar el proceso de tratamiento.