



TÍTULO DEL TRABAJO

“Reducción de la emisión de olores generados por efluentes residuales de industrias del sector lácteo mediante la aplicación de sistemas de fitodegradación flotantes”

TÍTULO RESUMIDO

“Reducción de olores generados por efluentes de industrias lácteas mediante fitodegradación”

NOMBRE DE AUTORES

* E. Ciprián, A. Urzelai, L. González, O. Santacoloma

NOMBRE Y DIRECCIÓN DE LAS INSTITUCIONES

Centro Tecnológico Labein
C/ Geldo-Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 700, 48160 –Derio (Bizkaia)

NÚMERO DE TELÉFONO, FAX Y E-MAIL

Tfn.: +34 94 607 33 00, Fax: +34 94 607 33 49, e-mail: eciprian@labein.es

FIGURAS Y TABLAS

REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE OLORES GENERADOS POR EFLUENTES RESIDUALES DE INDUSTRIAS DEL SECTOR LÁCTEO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE FITODEGRADACIÓN FLOTANTES

*E. Ciprián, A. Urzelai, L. González, O. Santacoloma
Centro Tecnológico Labein

RESUMEN:

En este estudio se ha evaluado la eficiencia de tecnologías basadas en la fitodegradación de compuestos orgánicos con el objetivo de reducir las emisiones de olores generadas por efluentes residuales industriales del sector lácteo almacenados en balsas ubicadas al aire libre. La presencia de este tipo de balsas de almacenamiento, es fuente de molestia para los residentes del entorno así como para los usuarios de las zonas cercanas a la ubicación de las mismas. Con el fin de minimizar esta molestia focalizada en la generación de olor, el estudio ha tenido como objetivo desarrollar una tecnología de bajo coste de instalación y mantenimiento, basada en el uso de especies helofitas.

Dado que el olor generado por estos residuos líquidos es debido a la descomposición anaerobia de los compuestos orgánicos, las especies vegetales se han seleccionado en base a su contribución a la degradación aerobia de estos compuestos.

PALABRAS CLAVE: olfatometría, DBO, fitodegradación, *Phragmites australis*, *Scirpus holoschoenus*

ABSTRACT:

This study assessed the efficiency of phytodegradation-based technologies to reduce odour emissions generated by the storage of wastewater from the dairy sector in outdoor ponds. The presence of this type of storage ponds outdoors is a source of annoyance for the residents as well as for the users of the zone in the surroundings. In order to diminishing this annoyance, focused in the odour generation, the study aimed to develop a low-cost technology based on the used of helophyte plants.

Considering that the odour is generated by the anaerobic decomposition of the organic compounds present in the wastewater, plant selection process focused on the assessment of the aerobic degradation ability of the species.

KEYWORDS: olfactometry, BDO, phytodegradation, *Phragmites australis*, *Scirpus holoschoenus*

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo ha sido evaluar la eficiencia de tecnologías de fitodegradación aplicadas a la reducción de olores emitidos por la descomposición anaerobia de la materia orgánica de aguas residuales generadas en industrias relacionadas con la actividad de procesado de alimentos. El proyecto ha desarrollado un sistema flotante basado en el uso de especies helófitas aplicable sobre balsas de almacenamiento de aguas.

El presente trabajo expone los resultados obtenidos del tratamiento de efluentes residuales de industrias lácteas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha desarrollado en dos fases: una primera fase de selección de las potenciales especies vegetales a utilizar y una segunda fase de evaluación de la eficiencia de las especies seleccionadas en la reducción de la emisión de olores y otros parámetros relacionados (demanda biológica y demanda química de oxígeno). Se ha estudiado igualmente la influencia de la estacionalidad sobre los resultados, ya que existen distintos factores (como la temperatura, actividad de las plantas, etc.) que pueden afectar a la generación de olores y a la eficiencia de la tecnología que varían en las diferentes épocas del año.

Las experiencias se realizaron utilizando efluentes industriales reales. En la fase inicial se se utilizó el agua residual de lavado de una pequeña empresa de producción de queso, mientras que la segunda fase el efluente se obtuvo en una empresa de producción de diferentes productos lácteos como yogures, mantequilla, etc.

Las especies vegetales ensayadas fueron *Scirpus holoschoenus* y *Phragmites australis*. Reutilizaron por ello ejemplares recolectados en campo. En la experiencia inicial se compararon ambas especies; en base a los resultados obtenidos se seleccionó para la segunda fase *P. australis*. En todas las experiencias se ha trabajado con un control (sin vegetación).

Las experiencias se han llevado a cabo en contenedores de plástico de 75 L de capacidad y una superficie de 50 cm x 50 cm. Para la instalación de las plantas se ha diseñado un sistema de soporte (fig. 1) que permite la sujeción de las mismas de manera que floten en el medio, y sin que suponga una barrera para el desarrollo natural de los brotes (figura 2). La densidad de plantación en las experiencias ha sido de 32 unidades/ m².



Figura 1. Sistema de soporte diseñado para la instalación de las plantas.



Figura 2. Instalación y desarrollo de la vegetación.

La duración de las experiencias ha sido la siguiente: 10 semanas (fase 1), 10 semanas (fase 2 – invierno) y 6 semanas (fase 2 - primavera). El programa de seguimiento ha incluido los siguientes parámetros:

- Vegetación: síntomas de estrés mediante control visual.
- Efluente industrial: pH, conductividad, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO).
- Muestras de aire: emisión de olor mediante medidas olfatométricas.

Los análisis de las muestras acuosas se han realizado según métodos descritos en “Standard methods for the examination of water and wastewater”(1998). Las medidas de emisión de olor, se han realizado de acuerdo al método prEN13725:2002 que define, además del proceso



Figura 3. Toma de muestra de aire.



Figura 4. Olfatómetro.



Figura 5. Desarrollo de medida olfatómetrica.

de medida, el proceso de calibrado del olfatómetro, de selección del panel de evaluadores y de toma de muestra. La toma de muestras de aire se ha realizado utilizando una campana de acero inoxidable a la cual se ha acoplado un generador de vacío. Dentro del generador de vacío se introduce una bolsa de plástico donde quedará recogida la muestra de aire (figura 3). Las medidas olfatómetricas se han realizado en base a la detectabilidad de olor de las muestras. Estas medidas se han llevado a cabo exponiendo las muestras de aire a un panel de evaluadores, formado por 4 personas, y en condiciones ambientales controladas. Cada muestra se presenta al panel de evaluadores a través del olfatómetro (Modelo T07 Ecoma) a concentraciones crecientes diluyéndola con aire comprimido inoloro, sin humedad y a temperatura ambiente. Durante cada presentación de muestra los evaluadores emiten una respuesta positiva, pulsando el botón del mando instalado a tal efecto en el olfatómetro, en caso de detectar olor y nula en caso de no detectarlo (figuras 4 y 5). Los resultados se analizan mediante un software apropiado.

3. RESULTADOS

Los resultados de la fase 1 muestran diferencias en la capacidad de ambas especies de desarrollarse en los contenedores con las aguas residuales ensayadas. *S. holoschoenus*, no ha sobrevivido al final de la experiencia. Sin embargo, *P. australis* se ha desarrollado de modo normal (figur 6.).

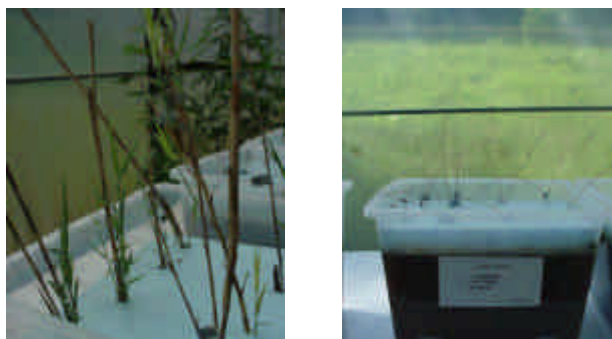


Figura 6. Aspecto de *Phragmites australis* (izquierda) y *Scirpus holoschoenus* (derecha) al final de la fase 1 de la experiencia.

La figura 7 muestra los resultados de la evolución de la DQO y DBO a lo largo de la experiencia. La presencia de *P. australis* reduce hasta un 94% respecto al valor inicial (de

2300 mgO₂/L a 600 mgO₂/L) la DBO, frente al 74% de reducción (de 1250 mgO₂/L a 80 mgO₂/L) observada en ausencia de vegetación (contenedor control). En el caso de la DQO la reducción en presencia de *P. australis* es del 93% (de 3077 mgO₂/L a 202 mgO₂/L) frente a

una reducción del 75% en el control. En el caso de *S. holoschoenus*, no se observa un efecto claro de la presencia de la vegetación en la evolución de estos parámetros.

Respecto a la emisión de olores (figura 8), los resultados indican que la presencia de la vegetación produce una reducción de las emisiones respecto al control a lo largo de todo el periodo experimental, siendo esta diferencia más notable en el caso de *P. australis*.

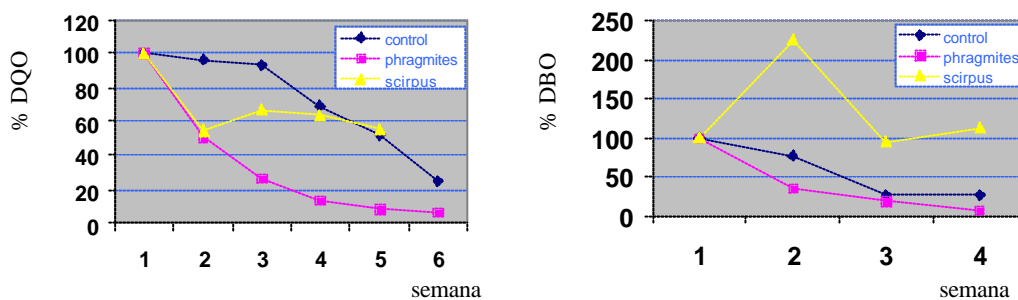


Figura 7. Resultados de la monitorización de la DQO y DBO durante la fase 1 expresado en porcentaje de reducción. semana

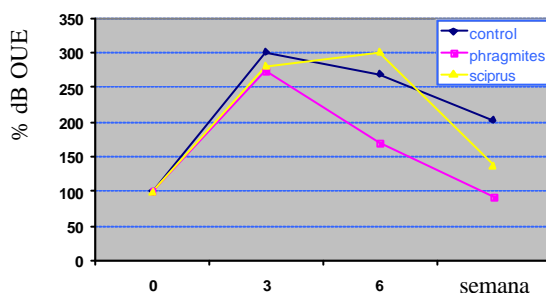


Figura 8. Resultados de la monitorización de la emisión de olores durante la fase 1 expresado en porcentaje de reducción.

En la fase 2 del estudio se ha comparado la eficacia de *P. australis* en los dos periodos del año (invierno y primavera). En el periodo invernal, si bien las plantas han sobrevivido hasta el final de la experiencia, el desarrollo de brotes ha sido bajo y los ejemplares presentaban un mal aspecto (figura 9).



Figura 9a. Aspecto de *P. australis* al finalizar la fase 2 (invierno).



Figura 9b. Aspecto de *P. australis* al finalizar la fase 2 (primavera)

La presencia de *P. australis* ha dado lugar a una reducción superior al 50% y 35% respecto a la reducción observada en el control de la DQO y la DBO respectivamente. La reducción neta en los contenedores con vegetación al final de la experiencia ha sido de un 14% de la DQO (valor inicial de 1940 mgO₂/L) y de un 13% de la DBO (valor inicial de 1650 mgO₂/L) tal y como se observa en la figura 10.

Los resultados de la evolución de la emisión de olor se presentan en la figura 11, expresados como porcentaje de unidades de olor (dbOUE) respecto a las condiciones iniciales. Durante las primeras semanas no se observan variaciones significativas en la emisión de olor (tanto en el control como en el contenedor con vegetación), mientras que a partir de la segunda semana las emisiones de olor aumentan, siendo mayores en presencia de vegetación frente al control.

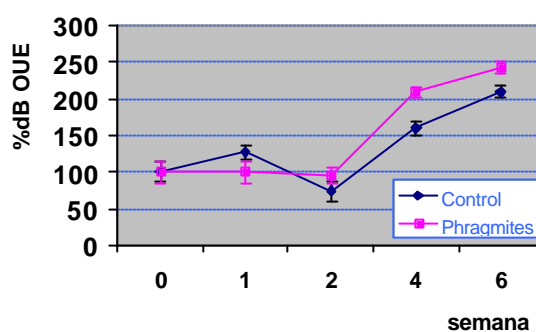


Figura 11. Resultados de monitorización de la emisión de olores durante la fase 2 en invierno expresado en porcentaje de reducción.

Las experiencias llevadas a cabo en primavera, muestran en primer lugar un mejor crecimiento de las plantas que han desarrollado gran cantidad de brotes (ver figura 9b). Como se observa en la figura 12, la presencia de la vegetación no supone un efecto significativo sobre la reducción de la DQO y la DBO, a partir de un valor inicial de 393 y 220 mgO₂/L respectivamente.

A nivel de la reducción de las emisiones de olores, los resultados indican que la presencia de

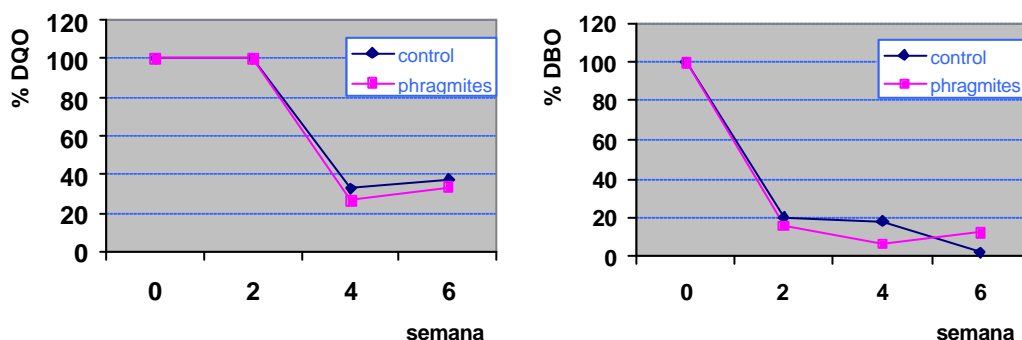


Figura 12. Resultados de la monitorización de la DQO y DBO durante la fase 2 en primavera expresado en porcentaje de reducción.

P. australis mejora las condiciones hasta en un 50% respecto al control en las primeras semanas, si bien posteriormente no existen diferencias con respecto al control (figura 13).

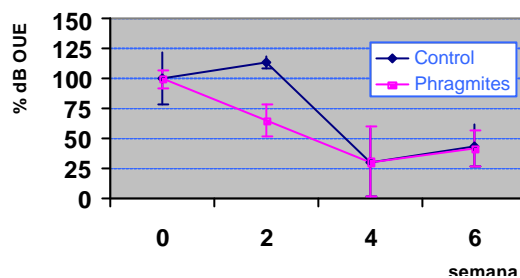


Figura 13. Resultados de la monitorización de la emisión de olores durante la fase 2 en primavera expresado en porcentaje de reducción.

4. DISCUSIÓN

Como cabía esperar el desarrollo de la vegetación ha sido mayor en primavera que en invierno. A pesar de esto, la presencia de la vegetación tiene un efecto mayor sobre la descomposición de la materia orgánica en invierno. Este hecho puede ser explicado por los valores de DQO y DBO iniciales que presenta el efluente, que en el caso de las muestras utilizadas en el ensayo de primavera son muy bajas. No obstante, la tasa de degradación de la materia orgánica aumenta en primavera respecto al invierno.

En invierno no se observa un efecto claro de la vegetación sobre la emisión de olores durante las primeras semanas. Sin embargo, a partir de la segunda semana las emisiones de olor en el contenedor con vegetación aumentan, pero este olor se identifica como olor a hierba frente al contenedor control donde el olor se relaciona con olor a moho. En primavera es más notable el efecto de la vegetación sobre la reducción de emisión de olores alcanzando hasta un 50% en la segunda semana de seguimiento. Al igual que en invierno, el aumento de las emisiones de olor al final de la experiencia se identifica con olor a hierba en el caso de *P.australis* y a moho en el caso control. Los resultados obtenidos, por tanto, muestran la potencialidad del sistema de fitodepuración estudiado para el control de la emisión de olores molestos generados en balsas de almacenamiento de aguas residuales procedentes de la industria láctea. Además, la presencia de vegetación supone un aumento de la tasa de degradación de la carga orgánica del agua residual, disminuyendo así la carga contaminante de la misma.

Las experiencias se han llevado con ejemplares vegetales poco desarrollados, por lo que cabe esperar una mayor eficacia del sistema de fitodepuración en aplicaciones a escala real con un mayor periodo de desarrollo de la vegetación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kiracofe, B. (2000). *Performance Evaluation of the Town of Monterrey Wastewater Treatment Plant Utilizing Subsurface Flow Constructed Wetland*. PhD, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Quipuzko, L.E. (2002). *Evaluación del comportamiento de dos pantanos artificiales instalados en serie con Phragmites australis para el tratamiento de aguas residuales domésticas*. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*; 5(10), 52-57.
- Visser, E.J.W., Colmer, T.D., Blom, C.W.P.M. y Voeselek, L.A.C.J. (2000). *Changes in growth, porosity, and radial oxygen loss from adventitious roots of selected mono- and dicotyledonous wetland species with contrasting types of aerenchyma*. *Plant, Cell and Environment*, (23), 1237-1245.