

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE HUMEDALES SUBSUPERFICIALES PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE UNA INDUSTRIA QUESERA

Nocetti Emanuel

Instituto de Química Aplicada del Litoral (IQAL, CONICET-UNL), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santiago del Estero 2829, Santa Fe (3000), Argentina.

Directora: Maine Alejandra

Codirector: Hadad Hernán

Área: Ingeniería

INTRODUCCIÓN

Los efluentes lácteos poseen una composición variable debido a que están influenciados por la producción de la industria. El volumen de efluente generado es aproximadamente cuatro veces mayor que la leche procesada y poseen una elevada carga orgánica (Carvalho et al, 2013).

Los humedales construidos son una alternativa a los métodos convencionales para el tratamiento de efluentes por su simplicidad de operación, bajo costo, consumo energético e impacto ambiental (Kadlec y Wallace, 2009). En particular, el uso de humedales subsuperficiales de flujo horizontal se ha incrementado para el tratamiento de aguas residuales de procesamiento de alimentos (Vymazal, 2014). Sin embargo, hay escasos trabajos sobre la utilización de humedales para el tratamiento de efluentes de industrias lácteas (Carvalho et al, 2013; Patel y Dharaiya, 2014; Verma y Suthar, 2018).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de remoción de contaminantes de efluente de una quesería utilizando humedales subsuperficiales de flujo horizontal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó efluente real de una planta de elaboración de quesos de la localidad de Recreo, Santa Fe, el que recibe tratamiento previo compuesto por un DAF y una laguna aeróbica. Se realizaron experiencias en invernadero para las cuales se dispusieron reactores plásticos de 30 litros por duplicado y controles con sustrato sin plantar. Para cada tratamiento se colocó un tipo de sustrato y una especie de macrófita. Los sustratos utilizados fueron LECA (10 – 20 mm) y canto rodado (10 – 30 mm). Las macrófitas empleadas fueron *Typha domingensis* y *Canna glauca*, seleccionadas por ser especies nativas, presentar rápido crecimiento y desarrollo de raíces a través del sustrato

Proyecto: PICT 2015 – N° 1015 “Dinámica de contaminantes en wetlands construidos para tratamiento de efluentes”.

Director/a: María Alejandra Maine.

Inicialmente se colocaron 2 plantas por reactor, las cuales fueron aclimatadas por un periodo de 4 meses. Se realizaron 10 volcados de 10 litros de efluente en cada reactor con una frecuencia de 7 días. Se calcularon las tasas de crecimiento relativo en base a la altura de las plantas, de acuerdo a la ecuación (1), propuesta por Hunt (1978):

$$R = \frac{\ln H_2 - \ln H_1}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

donde R es la tasa de crecimiento relativo ($\text{cm cm}^{-1} \text{d}^{-1}$), H_1 es la altura inicial (cm), H_2 es la altura final, $T_2 - T_1$ (d) es el tiempo de duración de la experiencia.

La experiencia se llevó a cabo durante 3 meses. Se tomaron muestras al inicio y final de los volcados. Los parámetros analizados en las muestras iniciales y finales de cada volcado fueron pH, conductividad, oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), fósforo total (PT), fósforo reactivo soluble (PRS), nitrógeno total Kjeldahl (NTK) y NH_4^+ . Las determinaciones analíticas se realizaron de acuerdo a Standard Methods (APHA, 2012).

La eficiencia de remoción de contaminantes fue determinada por la ecuación (2):

$$\%R = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100 \quad (2)$$

donde $\%R$ es el porcentaje de remoción (%), C_1 y C_2 son las concentraciones (ppm) del contaminante antes y después del tratamiento respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de crecimiento relativo entre *C. glauca* y *T. domingensis* en LECA y canto rodado no presenta diferencia significativa ni entre especies ni sustratos (Fig.1)

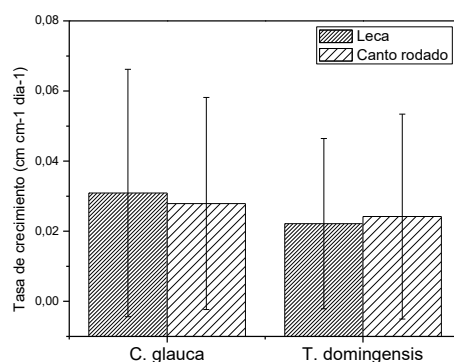


Figura 1: Tasa de crecimiento ($\text{cm cm}^{-1} \text{día}^{-1}$) de *C. glauca* y *T. domingensis* por sustrato.

La Tabla 1 muestra el número de plantas promedio por tratamiento al inicio de los volcados y el número de brotes durante la experiencia. Si bien se colocó el mismo número de plantas al inicio, luego de la aclimatación el número de plantas fue mayor en LECA. *C. glauca* y *T. domingensis* presentaron plantas nuevas durante las experiencias demostrando tolerancia al efluente y al sustrato. El mayor número de plantas nuevas se produjo en los reactores con

LECA como sustrato para las especies estudiadas.

Tabla 1: Número promedio de plantas por tratamiento al inicio y al finalizar el experimento.

	<i>C. glauca</i>		<i>T. domingensis</i>	
	LECA	Canto rodado	LECA	Canto rodado
Inicio experimento	4,5	3,0	5,5	2,0
Final experimento	4,5	2,0	4,0	3,5

La Tabla 2 presenta los valores medios y la desviación standard de pH, OD y conductividad antes y después de cada tratamiento. El OD, pH y conductividad no presentaron diferencia significativa para los distintos tratamientos respecto al inicial.

Tabla 2: Valores medios de pH, OD y conductividad antes y después del tratamiento (10 volcados).

	pH		OD (ppm)		Cond. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	
	Media	Desv Std	Media	Desv Std	Media	Desv Std
Antes del tratamiento	8,16	0,39	1,03	0,92	2562	126
Después del tratamiento						
Leca Control	8,57	0,53	1,04	0,41	2132	284
<i>C. glauca</i>	8,2	0,43	1,05	0,56	2296	323
<i>T. domingensis</i>	8,01	0,39	1,04	0,55	2330	405
Canto Rodado Control	8,09	0,41	1,07	0,32	2244	168
<i>C. glauca</i>	7,9	0,41	1,05	0,46	2483	244
<i>T. domingensis</i>	7,78	0,39	1,34	0,82	2504	315

La Figura 2 muestra los valores medios de remoción de los parámetros analizados por especie para cada tipo de sustrato. En (a) se observa los valores de eficiencia de remoción de los sistemas que utilizan LECA como sustrato, y en (b) los correspondientes a canto rodado. Los mayores porcentajes de remoción de DQO y DBO se producen con *T. domingensis* alcanzando valores de 79,4% y 90,7% respectivamente, sin diferencias significativas entre los sustratos. Las eficiencias de remoción de nitrógeno fueron mayores con *C. glauca* en ambos sustratos. Los mayores porcentajes de remoción obtenidos alcanzaron el 80,9% para NTK y 91,0% para NH_4^+ con canto rodado como sustrato.

Los tratamientos con LECA produjeron 80,0% y 65,0% de remoción de PT y PRS respectivamente sin diferencia entre las especies. Similares valores de remoción de fósforo se obtuvieron con canto rodado y *C. glauca*. Sin embargo, el sustrato canto rodado presentó menores eficiencias de remoción en combinación con *T. domingensis*.

En estudios llevados a cabo sobre tratamiento de efluentes de industrias lácteas en diferentes países, se utilizaron diferentes tipos de humedales de acuerdo a los productos elaborados (Carvalho et al., 2013, Patel y Dharaiya, 2014). Verma y Suthar (2018) compararon la eficiencia la humedales verticales y horizontales en el tratamiento de efluentes lácteos, obteniendo con los horizontales utilizando grava y *Typha angustifolia*, remociones de 73 % de DBO, 71.9 % de DQO, 53.1 % de NH_4^+ y 49.4 % de PRS.

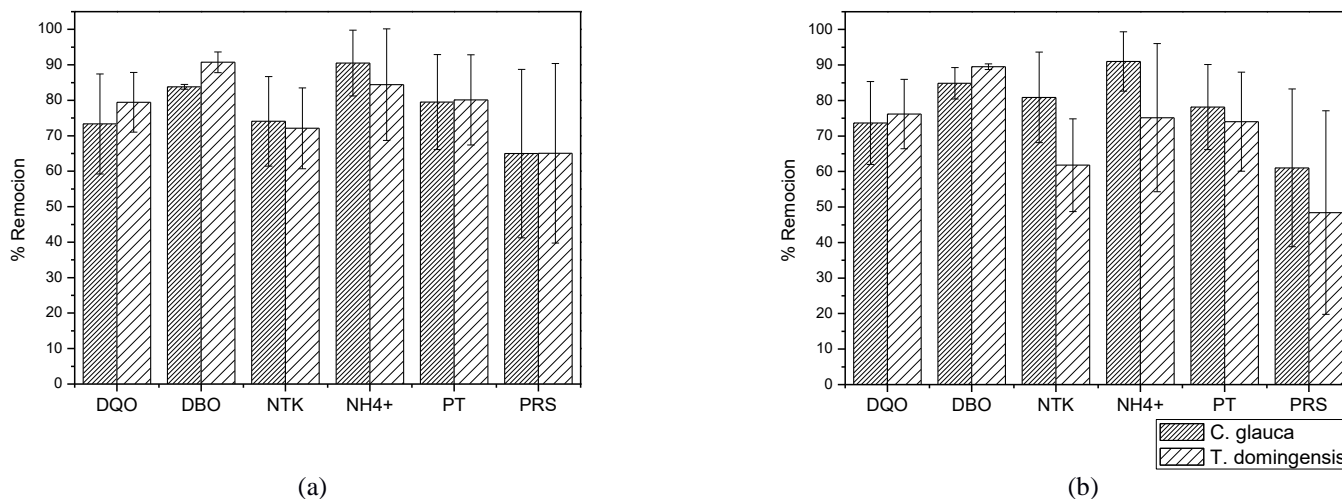


Figura 2: Valores medio de porcentajes de remoción de contaminantes para *C. glauca* y *T. domingensis* en (a) LECA y (b) canto rodado

CONCLUSIONES

Las macrófitas *C. glauca* y *T. domingensis* no presentaron diferencias significativas en la tasa de crecimiento utilizando LECA o canto rodado como sustrato.

Los mayores porcentajes de remoción de DQO y DBO se alcanzaron con *T. domingensis* con LECA y canto rodado.

La mayor eficiencia de remoción de NTK y NH₄⁺ se obtuvo con *C. glauca* en canto rodado.

La remoción de PT y PRS no presentó diferencia entre las especies utilizando LECA como sustrato.

Los humedales subsuperficiales de flujo horizontal mostraron ser eficientes para la remoción de contaminantes del efluente de la industria quesera, alcanzando altos porcentajes de remoción de DQO, DBO, NTK, NH₄⁺, PT y PRS.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

APHA, 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22th ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.

Carvalho, F., Prazeres, A. R., & Rivas, J., 2013. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. Science of the Total Environment, 445–446, 385–396.

Hunt, R., 1978. Studies in Biology N° 96. Edward Arnold Ltd.Lond.: 12-16.

Kadlec, R. H., & Wallace, S.D., 2009. Treatment wetlands, Second Edition. Treatment Wetlands.

Patel, P.A., Dharaiya, N.A., 2014. Constructed wetland with vertical flow: A sustainable approach to treat dairy effluent by phytoremediation. Int. J. Eng. Sci. Inn. Tech. 3(1): 509-512.

Verma, R., & Suthar, S., 2018. Performance assessment of horizontal and vertical surface flow constructed wetland system in wastewater treatment using multivariate principal component analysis. Ecological Engineering, 116 121–126

Vymazal, J., 2014. Constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters: A review. Ecological Engineering, 73, 724–751.