



# XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería



## SUSTANCIAS HÚMICAS COMO MEDIADORES REDOX PARA LA ELIMINACIÓN SIMULTÁNEA DE FENOL Y TETRACLORURO DE CARBONO

Claudia M. Martínez & Francisco J. Cervantes

División de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científico y Tecnológico (IPICYT), Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4ª Sección, San Luis Potosí, SLP, 78216 México. claudia.martinez@ipicyt.edu.mx

Palabras clave: sustancias húmicas, fenol, tetracloruro de carbono

**Introducción.** Las sustancias húmicas (SH) juegan un papel importante en la biotransformación anaerobia de contaminantes prioritarios (1). Sin embargo, es poco conocido el papel que desempeñan las SH para mediar la eliminación simultánea de dos contaminantes. El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad de tres consorcios anaerobios para oxidar fenol con el compuesto modelo de SH antraquinona-2,6-disulfonato (AQDS) como aceptor final de electrones, así como evaluar la capacidad de tres fuentes de SH como agentes reductores de tetracloruro de carbono (TCC) y seleccionar el inóculo y fuente de SH apropiados para evaluar la eliminación simultánea de ambos contaminantes.

**Metodología.** Los consorcios anaerobios evaluados fueron dos lodos granulares metanogénicos y un sedimento. Su capacidad para reducir AQDS (5 mM) se evaluó bajo condiciones previamente descritas (2). Se redujeron químicamente SH (4 g/L) y se evaluó su capacidad para reducir TCC (100 µM) (3). La eliminación simultánea de fenol y TCC se llevó a cabo en pruebas en lote con 0.01 g/L del consorcio, 4 g/L de SH, 300 mg/L de fenol y 30 µM de TCC. La cuantificación de fenol se determinó por CG-FID y la de TCC y sus productos de deshalogenación cloroformo (CF) y diclorometano (DCM) por CG-TCD.

**Resultados.** Los tres consorcios evaluados fueron capaces de reducir AQDS. Sin embargo, el sedimento (colectado de la Laguna Marland, Ébano, SLP) fue el único consorcio capaz de acoplar la oxidación de fenol a la reducción de AQDS reduciendo alrededor del 81.2 % de la AQDS.

El humus suelo de plantación de cacao (SPC) fue el que presentó mayor capacidad de deshalogenación del TCC evidenciado por la mayor tasa ( $1.8 \times 10^{-5} \mu\text{M} \cdot \text{h}^{-1}$ ) en comparación con las obtenidas con suelo de bosque (SB) y composta residuos jardinería (CRJ) (Tabla 1).

Tabla 1. Tasas de deshalogenación de segundo orden y balance de masas para la conversión de TCC por las tres fuentes de SH.

SH	$K_{TCC}$ $\mu\text{M} \cdot \text{h}^{-1}$	$TCC_i$ $\mu\text{M}$	$TCC_f$ $\mu\text{M}$	$CF_p$ $\mu\text{M}$	Reducción (%)	Recuperación (%)
SPC	$1.8E-05$	$102.3 \pm 3$	$53.9 \pm 20$	$47.3 \pm 8.7$	45.8	98.9
SB	$8.2E-06$	$98.5 \pm 1.1$	$73.2 \pm 6.4$	$19 \pm 2.9$	19.28	93.6
CRJ	$8E-06$	$98.9 \pm 2.2$	$72.3 \pm 9.3$	$14.8 \pm 0.8$	14.96	88

SPC, suelo de plantación de cacao; SB, suelo de bosque; CRJ, composta residuos jardinería.

Al evaluar simultáneamente la oxidación biológica de fenol y reducción de TCC con SPC como mediador redox, se observó completa reducción de TCC a las 73 horas de incubación y un consumo del 15 % del total de fenol presente en el medio (Figura 1). Así mismo, bajo dicha condición se presentó la mayor tasa de deshalogenación  $0.025 \text{ h}^{-1}$  (Tabla 2). CF y DCM fueron los únicos productos de deshalogenación detectados en todos los casos evaluados.

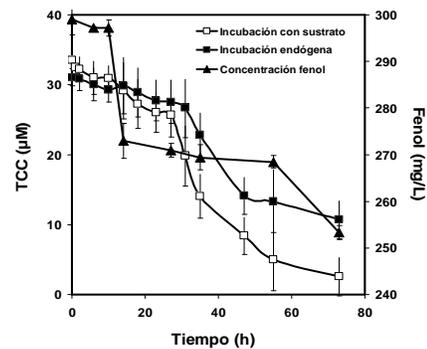


Figura 1. Oxidación de fenol y reducción de TCC en presencia de SH

Tabla 2. Tasas de deshalogenación de primer orden y balance de masas para la conversión de TCC.

Condición	$K_{TCC}$ $\text{k} (\text{h}^{-1})$	$TCC_i$ $\mu\text{M}$	$TCC_f$ $\mu\text{M}$	$CF_p$ $\mu\text{M}$	$DCM_p$ $\mu\text{M}$	Reducción (%)	Recuperación (%)
A	0.025	$33.5 \pm 1.18$	$5 \pm 4.5$	$6.24 \pm 0.7$	$19.8 \pm 1.6$	77.7	92.6
B	0.015	$31.0 \pm 1.16$	$13.3 \pm 1.9$	$7.5 \pm 5.1$	$8 \pm 4.1$	50	92.9
C	0.007	$29.7 \pm 4.2$	$14.9 \pm 1.4$	$2.8 \pm 1.5$	$10.5 \pm 2.2$	44	94.9
D	0.000	$33.3 \pm 0.18$	$31 \pm 1.6$	0	0	0	93

A, incubación sedimento-SH; B, incubación endógena-SH; C, incubación biológica; D, incubación química-SH.

**Conclusiones.** Nuestros resultados demuestran que es posible emplear las SH para mediar la biotransformación simultáneamente de dos contaminantes, lo cual tiene un impacto ambiental de gran relevancia, ya que se podría aprovechar dicha característica para el tratamiento de efluentes industriales contaminados con distintos compuestos.

### Bibliografía.

- (1) Van der Zee F and Cervantes F (2009). *Biotechnol. Adv.* 27:256–277.
  - (2) Cervantes F, van der Velde S, Lettinga G, Field J. (2000). *Biodegradation* 11:313-321.
  - (3) Cervantes F, Gonzalez J, Márquez A, Alvarez L, Arriaga S. (2011). *Biores. Technol.* 102:2097-2100.
- Agradecimiento.** SEP-CONACYT 55045 y Lettinga Associates Foundation (Lettinga Award 2007).