



DEGRADACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS UTILIZANDO BACTERIAS INMOVILIZADAS SOBRE TEZONTLE

Gustavo YÁÑEZ-OCAMPO¹, Enrique SÁNCHEZ-SALINAS¹ y Ma. Laura ORTÍZ-HERNÁNDEZ¹

¹Centro de Investigación en Biotecnología, Lab. de Investigaciones Ambientales, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad #1001 Col. Chamilpa Cuernavaca Morelos. Tel. 01777 329-7057 fax 01777 329-7030. correo electrónico: gusabio1@yahoo.com.mx

Palabras clave: tezontle, plaguicidas, biopelícula

Introducción. Los residuos de plaguicidas organofosforados (OF's) generados en la agricultura y ganadería, así como las prácticas inadecuadas de disposición y confinamiento de plaguicidas prohibidos y caducos, representan un problema ambiental y de salud pública(1). Ante ello se han desarrollado tecnologías de tratamiento, dentro éstas, la utilización de bacterias como biocatalizadores para lograr la biotransformación y/o biodegradación. Las células inmovilizadas tienen gran aplicación potencial en procesos como la degradación de plaguicidas, ya que es posible mantener la actividad biocatalítica por periodos prolongados(2). En este sentido, los procesos de tratamiento, son más eficientes con respecto a las células en suspensión, ya que permiten altas concentraciones celulares/g de soporte, se reutiliza la biomasa, entre otros(3). Los microorganismos inmovilizados con la formación de biopelícula en soportes porosos, toleran concentraciones altas de compuestos tóxicos(4). El **objetivo** es comparar la capacidad de degradación de una mezcla de plaguicidas paratión metílico (PM) y tetraclorvinfos (TCF), por un consorcio bacteriano aislado de suelos agrícolas en cultivos en suspensión e inmovilizados sobre tezontle.

Metodología. Se utilizaron dos plaguicidas OF's (para simular un residuo) como fuente de carbono y fósforo para un consorcio bacteriano aislado de suelos agrícolas. El medio de cultivo está basado en sales minerales, una variable adicional consistió en la adición de glucosa. Se llevaron a cabo cinéticas de degradación con células en suspensión durante siete días; el medio se agitó a 100 rpm a 28°C. El crecimiento microbiano se midió en placa y la biodegradación de OF's por cromatografía de gases. Para la inmovilización celular se utilizaron partículas de tezontle de 3 mm, se esterilizaron y con ellas se realizó un cultivo en contacto con el consorcio bacteriano incubando en agitación continua a 28°C por 48 h. Mediante observación en microscopio electrónico de barrido, se comprobó la formación de biopelícula(4). Con las células inmovilizadas se realizaron cinéticas de crecimiento y degradación bajo las mismas condiciones mencionadas arriba. Todos los experimentos se realizaron por triplicado y los controles consistieron en los mismos cultivos sin inóculo bacteriano. Se hizo análisis de varianza.

Resultados y discusión. En el cuadro 1 se reporta la biodegradación de PM y TCF. La población bacteriana del consorcio cultivado en suspensión, al final de la cinética (6 días), fue de 1.8×10^7 UFC/mL sin glucosa y de 1.5×10^6 UFC/mL con glucosa como fuente alterna de carbono, lo que coincide con lo publicado previamente (4). En contraste, con el consorcio inmovilizado en tezontle, el porcentaje de biodegradación para ambos plaguicidas fue significativamente mayor. Adicionalmente la población bacteriana al final del ensayo (12 días) fue de 1.4×10^7 y de

3.2×10^8 UFC/partícula de tezontle en un medio sin y con glucosa respectivamente. Es posible que debido al amplio uso del PM en la agricultura, los microorganismos aislados tuvieran mayor capacidad de degradarlo, con respecto al TCF, el cual además tiene en su molécula un anillo clorado que le confiere mayor recalcitrancia. Se ha reportado un 75% de biodegradación de compuestos orgánicos en un consorcio formador de biopelícula en partículas de arena en un periodo de 3 días (5). Por otro lado, se obtuvo un 99% de biodegradación de 2,4 D y DDT con bacterias inmovilizadas en tezontle (4).

Cuadro 1. Porcentaje de biodegradación del consorcio en suspensión e inmovilizado en tezontle

CULTIVO	Degradación de PM (%)		Degradación de TCF (%)	
	SG	CG	SG	CG
Suspensión (6 d)	15±5	24±4	31±1	22±4
Biopelícula en tezontle (12 d)	67±12.8*	75±8	48±3.4*	21±5

PM= Paratión Metílico, TCF= Tetraclorvinfos. SG= Sin glucosa, CG= Con Glucosa; *estadísticamente significativo ($\alpha=0.05$)

Conclusiones. El porcentaje de biodegradación del PM y TCF fue significativamente mayor en los ensayos con el consorcio inmovilizado en tezontle. La población del consorcio inmovilizado sobre tezontle fue mayor y se mantuvo viable por un periodo mayor respecto al consorcio en suspensión. Esto sugiere mayor potencial de las bacterias inmovilizadas para el tratamiento de residuos de plaguicidas.

Agradecimientos. Al Dr. Eduardo Aranda Escobar (Q.E.P.D.) por su valiosa contribución en el análisis estadístico.

Bibliografía

- Ortiz-Hernández L., Monterosas-Brisson M., Yañez-Ocampo G. y Sánchez-Salinas E. (2001). Biodegradation de methylparathion by bacteria isolated of agricultural soil. *Rev. Int. Contam. Amb.* 17(3): 147-155.
- Ban K., Hama S., Nishizuka K., Kaieda M., Matsumoto T., Kondo A., Noda H. y Fukuda, H. (2002). Repeated use of whole cell biocatalysts immobilized within biomass support particles for biodiesel fuel production. *J. Mol. Catal. B: enzymatic* 17, 157-165.
- Arroyo M. (1998). Inmovilización de enzimas. Fundamentos, métodos y aplicaciones. *Ars. Pharmaceutica.* 39(2): 23-39.
- Santacruz G., Bandala E. y Torres L. G. (2005). Chlorinated pesticides (2,4 -D and DDT) biodegradation at high concentrations using immobilized *Pseudomonas fluorescens*. *J. Environ. Sc. Heal. B.* 40:571-583.
- Nicolella C., Zolezzi M., Rabino M., Furfaro M. y Rovatti M. (2005). Development of particle-based biofilms for degradation of xenobiotic organic compounds. *Water Res.* (39):2495-2504.