



## TRANSFORMACIÓN ENZIMÁTICA DE PLAGUICIDAS

Rafael Vázquez Duhalt

Instituto de Biotecnología UNAM, Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa Cuernavaca Morelos.

e-mail: vazqduh@ibt.unam.mx

Si bien es cierto que los plaguicidas han permitido incrementar sustancialmente la producción agrícola, también es cierto que han creado un problema ambiental. Estos compuestos, muy diversos en su naturaleza química provocan daños graves a los ecosistemas afectando a organismos que no son su blanco, incluyendo al humano. Los plaguicidas, junto con las armas químicas, son los únicos productos sintetizados por el hombre para ser tóxicos. De hecho estos dos productos comparten estructura química.

Los hongos ligninolíticos son los principales responsables en reciclar el carbón contenido en la lignina. Siendo la lignina un polímero insoluble en agua, representa un reto especial, ya que los sistemas enzimáticos pueden no tener acceso al sustrato y las reacciones involucradas pueden presentar serios problemas por limitaciones en la transferencia de masa. La naturaleza resolvió este problema diseñando sistemas enzimáticos extracelulares e inespecíficos que producen mediadores oxidantes que pueden difundir dentro de la estructura de la lignina y oxidar las moléculas de polímero. Estos mediadores son moléculas orgánicas pequeñas en forma de radicales libres o iones metálicos. Varias son las enzimas caracterizadas y que son responsables de producir estos mediadores para la oxidación de la lignina. Esta batería de enzimas está compuesta principalmente por lignino peroxidadas, manganeso peroxidadas, peroxidadas versátiles y lacasas como proteínas extracelulares, así como el sistema enzimático intracelular citocromo P450.

Un sistema oxidativo inespecífico y eficiente es muy atractivo para fines ambientales. Se ha demostrado que los sistemas enzimáticos de los hongos ligninolíticos son capaces de oxidar una gran variedad de compuestos xenobióticos contaminantes. Plaguicidas, bifenilos policlorados, explosivos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, colorantes industriales y otros compuestos de preocupación ambiental.

En el presente trabajo se ejemplifican y discuten las aplicaciones de las enzimas ligninolíticas fúngicas en procesos transformación y de detoxificación de plaguicidas.

Los plaguicidas organofosforados, que representan el 50% del mercado de plaguicidas, son oxidados por el sistema citocromo P450 de la mayoría de los hongos de pudrición blanca. *In vitro*, las preparaciones

microsomales de hongos ligninolíticos son capaces de transformar a los plaguicidas organofosforados, aún aquellos que presentan enlaces tioeter, o fosforo-carbón. La versatilidad catalítica del citocromo P450 se ve reflejada en la diversidad de productos de la transformación. Es importante resaltar que los productos de la transformación enzimática de los plaguicidas por el sistema citocromo P450 no son tóxicos en base a su capacidad de inhibir la acetilcolinesterasa.

Los plaguicidas halogenados es otro grupo importante de plaguicidas. La lacasa de los hongos ligninolíticos. La lacasa en presencia de mediadores es capaz de transformar esto plaguicidas. Se presentan resultados sobre el desempeño del sistema lacasa-mediador en la transformación de los plaguicidas halogenados, así como la determinación de la naturaleza química de sus productos. Además se discuten las características necesarias para el diseño de mediadores.

Finalmente, se presentarán resultados sobre el diseño de una partícula catalíticamente activa e inmunológicamente inerte que podría ser utilizado como antídoto al envenenamiento con plaguicidas organofosforados.

### Referencias:

- Ayala M., Pickard M.A. and Vazquez-Duhalt R. (2008) Fungal Enzymes for environmental purposes: a molecular biology challenge. *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.* 15: 172-180.
- Longoria A., Tinoco R. and Vazquez-Duhalt R. (2008) Chloroperoxidase-mediated transformation of highly halogenated monoaromatic compounds. *Chemosphere* 72: 485-490.
- Davila-Vazquez G, Tinoco R., Pickard M.A. and Vazquez-Duhalt R. (2005) Transformation of halogenated pesticides by versatile preoxidase from *Bjerkandera adusta*. *Enzyme Microbiol. Technol.* 36: 223-231.
- Jauregui J., Valderrama B., Albores A. and Vazquez-Duhalt R. (2003) Microsomal transformation of organophosphorus pesticides. *Biodegradation* 14: 397-406.
- Hernandez J, Robledo N.R., Velasco L., Quintero R., Pickard M.A. and Vazquez-Duhalt R. (1998) Chloroperoxidase-mediated oxidation of organophosphorus pesticides. *Pest. Biochem. Physiol.* 61: 87-94