

La presencia de metales pesados en la naturaleza ha incrementado en gran medida en las últimas décadas. La mayoría de estos provienen de industrias que vierten sus residuos contaminados. Debido a esto, es necesario aplicar estrategias como la biorremediación para disminuir los niveles de estos metales de los ambientes contaminados. El principal objetivo de este trabajo es, por lo tanto, analizar uno de los organismos involucrados en la biorremediación de metales pesados como *Cupriavidus metallidurans*, comprender su genoma involucrado en esta función, los mecanismos y la variedad de metales pesados que es capaz de tratar.

***Cupriavidus metallidurans* CH34**

Bacteria gram negativa, autótrofa facultativa con morfología de bacilo. Conocido anteriormente como *Ralstonia metallidurans*, *Ralstonia eutropha* o *Alcaligenes eutropha* [1]



Figura1. Evolución de la clasificación de *Cupriavidus metallidurans* en el tiempo.

Puede crecer tanto en suelo como en agua y frecuentemente se encuentra en ambientes contaminados.

Es una bacteria muy adaptada evolutivamente a la resistencia a metales pesados, como demuestran la gran variedad de genes de resistencia presentes en el genoma y en los dos plásmidos especializados que contiene.

**PLÁSMIDOS [2]**

- pMOL28: 171kb de longitud. Resistencia a: Níquel y cobalto (*cnr*)  
Cromo (*chr*)  
Mercurio (*mer*)
- pMOL30: 233kb de longitud. Resistencia a:  
•Cadmio, zinc y cobalto (*czc*)  
•Cobre (*cop*)  
•Plomo (*pbr*)  
•Mercurio (*mer*)

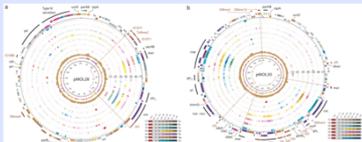


Figura2. Expresión de los genes de los plásmidos pMOL28 (a) y pMOL30 (b)

**METALES**

| Metal                  | Localización    | Genes                                 |
|------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Cromo                  | pMOL28          | <i>chrIBACEF</i>                      |
| Selenio                | Genoma          |                                       |
| Mercurio               | pMOL28 y pMOL30 | <i>merTPAD</i> y <i>merR</i>          |
| Cobre                  | pMOL30          | <i>copVTMKNSRABCDIJGFLQHE</i>         |
| Plomo                  | pMOL30          | <i>pbrABCD</i> y <i>pbrR</i>          |
| Níquel y cobalto       | pMOL28          | <i>cnrCBA</i> y <i>cnrYXH</i>         |
| Cobalto, zinc y cadmio | pMOL30          | <i>czcCBA</i> y <i>czcDRSE, czcIN</i> |

Tabla 1. Genes de resistencia a los metales y su localización.

Las resistencias indicadas en la tabla1 también se encuentran en el genoma. No obstante, los genes más importantes se encuentran mayormente en los plásmidos, tal y como se indica en la tabla1.

La gran mayoría de los genes están estudiados y se conoce su función. Sin embargo, hay algunos de los que aún se desconoce qué papel tienen en el organismo.

**MECANISMOS**

*Cupriavidus metallidurans* posee 3 mecanismos principales de detoxificación a metales pesados [3]:

•RND: extracción de un metal hacia el exterior celular a través de un antipuerto con H<sup>+</sup>. Requiere de una proteína de fusión a membrana y un factor adicional para traspasar la membrana externa.

•CDF: transporte del metal por gradiente quimiosmótico hasta el periplasma.

•P1-ATPasa: exportación del metal a través de una bomba al periplasma con gasto de energía que se obtiene de la hidrólisis de ATP.

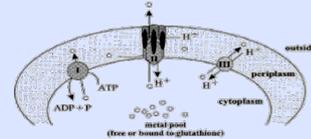


Figura 3. Mecanismos de expulsión de metales pesados de *C. metallidurans*.

**APLICACIONES**

Modificando la cepa mediante la incorporación de un plásmido (pTP6) podemos obtener nuevas propiedades. La cepa resultante, *C. metallidurans* MSR33, elimina de manera mucho más eficiente el mercurio debido a que el plásmido le proporciona nuevos genes como *merB* (Figura 4) [4]

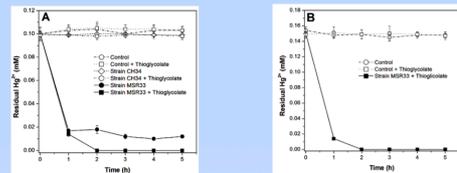


Figura 4. Comparación en la eliminación de Hg(II) en aguas contaminadas entre *C. metallidurans* CH34 y *C. metallidurans* MSR33

La cepa original, *C. metallidurans* CH34 también puede dar resultados positivos sin la necesidad de la modificación, como es el caso de la eliminación de selenio en forma de selenito (Figura 5) [5].

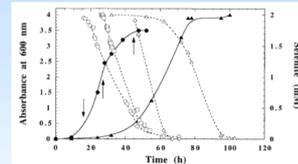


Figura 5. Eliminación del selenito en función del crecimiento de *C. metallidurans*

**CONCLUSIONES**

- ❖ Organismo apto para la biorremediación.
- ❖ Adaptado evolutivamente.
- ❖ Puede utilizarse tanto en suelos como en agua.
- ❖ Posee dos plásmidos específicos de resistencia.
- ❖ Genoma también adaptado a los metales.
- ❖ Tiene varios mecanismos de resistencia.
- ❖ Útil para el tratamiento de varios tipos de metales.
- ❖ Permite su modificación para nuevas mejoras.
- ❖ Hay que seguir estudiando los genes desconocidos.

**REFERENCIAS**

[1] Mergeay M et al. *Ralstonia metallidurans*, a bacterium specifically adapted to toxic metals: towards a catalogue of metal-responsive genes. FEMS microbiology reviews. 2003; 27:385-410  
 [2] Monchy S et al. Plasmids pMOL28 and pMOL30 of *Cupriavidus metallidurans* Are Specialized in the Maximal Viable Response to Heavy Metals. Journal of Bacteriology. 2007;189(20):7417-7425  
 [3] Legatzki A, Grass G, Anton A, Rensing C y Nies DH. Interplay of the Czc System and Two P-Type ATPases in Confering Metal Resistance to *Ralstonia metallidurans*. Journal of Bacteriology. 2003;185(15):4354-4361  
 [4] Rojas L et al. Characterization of the Metabolically Modified Heavy Metal-Resistant *Cupriavidus metallidurans* Strain MSR33 Generated for Mercury Bioremediation. PLoS ONE. 2011;6(3): e17555. doi:10.1371/journal.pone.0017555  
 [5] Roux M, Sarret G, Pignot-Paintrand I, Fontcave M y Covés J. Mobilization of Selenite by *Ralstonia metallidurans* CH34. Applied and environmental microbiology. 2011;67(2):769-773