

# Las bacterias no basadas en el ciclo de krebs y su aplicación en el tratamiento de residuos orgánicos residenciales

Por Julio Cesar Pérez Ríos \* et al \*\*

Existen bacterias que no cumplen el ciclo de Krebs (bnck), que viven de la oxidación de minerales y por lo tanto se clasifican como microorganismos quimiolitotróficos cuya fuente de energía son los compuestos inorgánicos y por tanto, sus mecanismos de reproducción y de supervivencia son totalmente diferentes a los que presentan las bacterias aerobias, las más comunes en nuestro ambiente.

## EL CICLO DE KREBS

El producto más importante de la degradación de los carburantes metabólicos es el acetil-CoA, que continúa su proceso de oxidación hasta convertirse en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, mediante un conjunto de reacciones que constituyen el Ciclo de Krebs, que articula todas las rutas catabólicas de la respiración aerobia. Este ciclo se realiza en la matriz de la mitocondria y en él se alcanza la oxidación total de los dos átomos de carbono del acetilo residual, que se

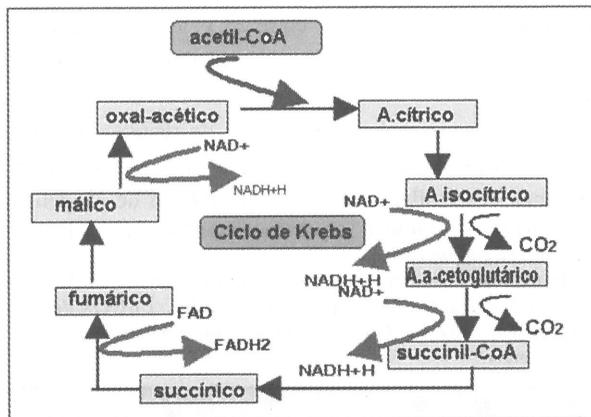


Figura 1. El Ciclo de Krebs.

eliminan en forma de CO<sub>2</sub>. Los electrones de alta energía obtenidos en las sucesivas oxidaciones se utilizan para formar NADH+H y FADH<sub>2</sub> moléculas de alta concentración energética- que luego entrarán en la cadena respiratoria.

## LAS BACTERIAS

Los elementos mayores que componen la unidad molecular de estas bacterias son: Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O<sub>2</sub>), Nitrógeno (N), Magnesio (Mg), Fósforo (P) y Potasio (K). Estos elementos se encuentran en los

residuos orgánicos producidos en los asentamientos humanos, y las bnck tienen la capacidad de asimilarlos e incrementar su población hasta los niveles requeridos para aprovecharlos.

Estas bacterias son quimiolitotróficas ya que su fuente de energía se basa en la oxidación de minerales como el hierro y el azufre, incluidos en las sales basales, haciendo posible la degradación de los desechos orgánicos. Al ser quimiolitotróficas, tienen la capacidad de degradar plásticos de baja densidad, cuyo elevado volumen representa un grave problema para su reciclaje y por lo tanto se disponen de manera preferente en los rellenos sanitarios, acortando su ciclo de vida útil. En nuestro medio aún no se han implementado procesos de degradación de plásticos con las bacterias en mención, pero debido a sus características físico-químicas y microbiológicas es muy posible que pronto se usen.

Las bnck están en constante simbiosis con las bacterias que sí se basan en el ciclo de Krebs, haciendo posible procesos como los de la productividad del suelo, el componente mineral de las aguas, etc. Esto se debe a que las bacterias reaccionan con los minerales, dando por resultado los iones de metales necesarios para complementar la actividad metabólica. Adicionalmente, no son patógenas, de hecho, la medicina considera que estos microorganismos no afectan directamente a las personas, aunque indirectamente las bacterias *Sulfolobus acidularius* y la calcificante *Calciobacillus acidularius* pueden generar cálculos renales.

Una de las ventajas que proporciona el medio ácido de estas bacterias es que pueden ser almacenadas por seis meses sin llegar a la fase de putrefacción (solo disminuye la población bacteriana), mientras que las bacterias convencionales sólo llegan a la fase acuosa y se estarían descomponiendo en unas 48 horas.

En síntesis, las características de las bacterias no basadas en el ciclo de Krebs son las siguientes:

- ♦ **ACIDÓFILAS:** Trabajan en medios ácidos. Estas bacterias están en la capacidad de inhibir actividades bacterianas patógenas, ya que se encuentran en medios con pH ácidos.

- ◆ **QUIMIOLITOTRÓFICAS:** Su fuente de energía es la oxidación de minerales tales como el sulfato de Hierro y Azufre.
- ◆ **AUTÓTROFAS MIXTAS:** Toman el carbono orgánico e inorgánico y están en capacidad de obtener el oxígeno tanto del O<sub>2</sub> atmosférico como de las formaciones clorofilicas.<sup>2</sup>
- ◆ **PATOGENICIDAD:** Estas bacterias se desarrollan en ambientes con pHs de 1,0 – 2,8, cuyas condiciones de acidez resultan desfavorables para la supervivencia de las bacterias patógenas - usualmente basadas en el Ciclo de Krebs- que suelen reproducirse en medios con pHs entre 5,5 – 9,0. Por lo tanto, no son patógenas y su uso disminuye significativamente el riesgo de que personas, animales y plantas contraigan enfermedades.
- ◆ **MESÓFILAS:** La temperatura ambiente adecuada para su desarrollo oscila entre 14°C a 43°C.
- ◆ **TERMÓFILAS:** Resisten temperaturas de hasta 75°C.
- ◆ **ESPECTRO:** Estas bacterias son de amplio espectro, se encuentran principalmente en medios ácidos, no obstante también suelen prosperar en ambientes medianamente ácidos y básicos, como lo son la leche y las tuberías en proceso de corrosión.
- ◆ **TAMAÑO:** El tamaño de estos microorganismos oscila entre 0.5 y 5 micras.



Por lo antes expuesto, las aplicaciones biotecnológicas de estas bacterias se pueden extender a:

- ◆ Tratamiento de residuos sólidos orgánicos con separación en la fuente.
- ◆ Mejoramiento de las condiciones físico-mecánicas y térmicas de hormigón y morteros de reparación con biocemento obtenido con bacteria calcificante.
- ◆ Desulfuración de carbón con *Thiobacillus ferroxidans*.
- ◆ Biorrefractariedad en construcciones e incremento de la durabilidad en fachadas.
- ◆ Tratamiento de metales.
- ◆ Generación de metano.

## APLICACIÓN EN LA UNIDAD RESIDENCIAL ALTAMIRA, MEDELLÍN

Con el objeto de comprobar la acción de las bacterias bnck en la transformación de los residuos sólidos orgánicos generados en la Unidad Residencial Altamira, se procedió durante dos días a separar en la fuente el material, el cual fue sometido a un proceso de preselección, trituración y distribución en 2 lechos. El total de material orgánico reunido fue de 180 y 200 kg respectivamente. El proceso de degradación bacteriano tardó un mes, durante el cual se registró la temperatura in-situ y el pH y la humedad se cuantificaron en los laboratorios de la Universidad de Medellín, disolviendo el material en agua destilada. Los resultados obtenidos dan cuenta de niveles aceptables. Se tomó como base de cálculo para la materia orgánica, 6.00 gr. Y para el agua destilada, 200 mL.

El aditivo líquido utilizado como catalizador es una mezcla de los siguientes grupos y especies bacterianas: Calcificante, Desulfobrio, Asobacter, Nitrobacter, Citrobacter, Thiobacillus ferroxidans, Sulfulobus acidularius, *Thiobacillus thiooxidans*, *Leptospirillum ferroxidans*

El producto final se obtuvo entre 23 y 30 días, el cual se utilizó en la unidad residencial como enmienda sólida para el suelo.

La investigación sobre tratamiento de residuos sólidos con este tipo de aditivos biológicos no convencionales continúa desarrollándose en la Universidad de Medellín.

\* *Ingeniero Químico Universidad Nacional, Email: lperezri@eppm.com.*

\*\* *Andrés Gallego Hurtado, Juan Camilo Correa E., Nicolás Vásquez Giraldo (Ingenieros Ambientales, Universidad de Medellín) y Kenso Paolo Huertas (Arquitecto Universidad Nacional).*

**Revista Ambiental**  
**EL RETO**

*El medio del medio ambiente*

Cl. 49 No. 47-52 Of. 302 / Teléfono 373 2394 / Telefax 377 1499 / Itagüí, Antioquia / E-mail: revistaelreto@epm.net.co