

Microorganismos del EM



A continuación podrá encontrar información detallada de los microorganismos presentes en el EM, su fisiología, clasificación y actividad en la naturaleza.

Bacterias ácido lácticas

Las bacterias ácido lácticas son bacterias Gram positivas, normalmente son inmóviles y no esporuladas, que dan lugar a ácido láctico como principal o único producto de su metabolismo fermentativo. Todas las bacterias del ácido láctico crecen anaeróbicamente. No obstante, a diferencia de muchos anaerobios, la mayoría no son sensibles al O₂, y pueden crecer en presencia o en ausencia del mismo. Por lo tanto son anaerobios aerotolerantes (crecen tolerar el oxígeno, y crecer en su presencia aun cuando no pueden utilizarlo como aceptor final de electrones).

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

Dentro de las bacterias ácido lácticas se ubican los organismos del género *Lactobacillus*.

Recordemos que las bacterias Gram positivas son aquellas que al observar al microscopio se observan células en forma de bastones de color morado, esto debido a la composición de la pared, la cual presenta una capa que le da rigidez que se denomina peptidoglucano (o mureína), que esta formado por dos derivado de azúcares, N-

acetilglucosamina y N-acelmúramico, y un pequeño grupo de aminoácidos que comprende L-alanina, D-alanina, D-glutámico y lisina; esta estructura representa el 90% de la pared celular de las bacterias Gram positivas, por lo tanto, al realizar la coloración de Gram, el cristal violeta se une fuertemente a esta estructura que posteriormente va a permitir ver su coloración morada después de sufrir un proceso de decoloración con alcohol acetona.

Otra característica importante de los lactobacilos es la de tener un metabolismo fermentativo, el cual es un proceso donde se oxidan compuestos orgánicos (azúcares, glucosa) para conservar la energía en ATP, a diferencia de la respiración que el O₂ u otros aceptores terminales de electrones ayudan a conservar la energía.

Cualquier carbohidrato o derivado, sirve como fuente fermentable para algún microorganismo; la lista incluye polisacáridos como el almidón, celulosa, quitina; disacáridos como lactosa, sacarosa y malta hexosa como glucosa, fructosa y galactosa; pentosas como arabinosa y xilosa; azúcares ácidos como el glucónico, como el manitol y el glicerol.

La mayoría de las especies llevan a cabo un proceso homofermentativo, aunque otras pueden realizarlo de forma heterofermentativa.

Estos dos procesos se diferencian principalmente por que el primer grupo tiene un solo tipo de producto fermentativo, el ácido láctico (CH₃CHOHCOOH), mientras que el segundo grupo da otros productos además del ácido láctico como el etanol y CO₂.

La reacción de la fermentación láctica sería:

Glucosa -----> Ácido Láctico + energía + H₂O

Su metabolismo se lleva a cabo en una atmósfera microaerofílica, es decir con una concentración entre 5 y 10% de CO₂.

Normalmente, los miembros del género *Lactobacillus* resisten mejor las condiciones de acidez que las restantes bacterias del ácido láctico; pueden crecer a pH ácidos entre 5.5 a 6.2, aunque son resistentes a los medios con pH cercanos a 4.0 – 3.6, esta propiedad les permite seguir creciendo durante las fermentaciones lácticas naturales, cuando el pH ha disminuido tanto que otras BAL no pueden crecer. Por consiguiente, los lactobacilos pueden llevar a cabo las últimas fases de la mayoría de las fermentaciones ácido lácticas.

Estos microorganismos son capaces de producir un tipo de sustancias antimicrobianas

que pueden inhibir o matar otras especies estrechamente relacionadas e incluso a cepas diferentes dentro de la misma especie, estas sustancias son llamadas bactericidas.

Existen numerosas bacteriocinas producidas por las BAL y cada una tiene espectros de inhibición particulares. Algunas bacteriocinas se utilizan en procesos que requieren la inhibición del crecimiento de bacterias indeseables para inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos como estafilococos y listerias.

La especie presente en el EM *Lactobacillus casei* presenta las siguientes características:

Dominio: Bacteria

Familia: Lactobacteriaceae

Género: *Lactobacillus*

Especie: *Lactobacillus casei*

- Bacilo Gram positivo de ancho 0.7 – 1.1 μm y 2.0 – 4.0 μm ancho y largo, respectivamente. Se observa por lo general en cadenas.
- Inmóvil.
- Ausencia de espora.
- Microerofilico.
- Homofermentativo.
- Su desarrollo se hace por medio de fisión binaria, en donde las
- Células se alargan hasta el doble de su longitud normal, desarrollando un tabique transversal, que eventualmente separa a la célula en dos células hijas.
- Requiere factores de crecimiento como: riboflavina, ácido fólico, niacina, tiamina, vitamina B12, entre otros.
- Esta especie puede ser aislada de leche, queso, productos lácteos.

Bacterias fototróficas

El éxito evolutivo de las bacterias se debe en parte a su versatilidad metabólica, es decir, todos los mecanismos de obtención de materia (carbono) y energía que les permite sobrevivir en diferentes hábitats.

Según la fuente de carbono que utilizan, los microorganismos se dividen en autótrofos, cuyo principal fuente de carbono es el CO_2 , y heterótrofos cuando su fuente de carbono es materia orgánica. Por otra parte, según la fuente de energía, los seres vivos pueden ser

fototrófos, cuya principal fuente de energía es la luz, y los organismos quimiotrofos, cuya fuente es un compuesto químico que se oxida.

La especie presente en el EM *Rhodopseudomonas palustris* pertenece al grupo de las bacterias púrpura no del azufre, porque originalmente se creía que no podían usar sulfuro como donador de electrones en la reducción de CO₂ a material celular. No obstante muchas bacterias pueden usar dicho compuesto, siempre que su concentración se mantenga baja.

Las bacterias púrpuras no del azufre se caracterizan por ser células ovoides, a veces bacilos largos, otros cortos; presentan movilidad ya sea por flagelos polares, subpolares o peritricos, se reproduce por gemación, son Gram negativos; son fotótrofos. Las suspensiones microbianas se observan de color, verde, amarillo – verdoso, naranja, café, rojas y púrpuras – violetas.

Las *Rhodopseudomonas*, se caracterizan por ser fotótrofas, es decir, tienen la capacidad de convertir la energía lumínica en química, para producir energía (ATP).

En las bacterias no existen cloroplastos y los pigmentos fotosintéticos están integrados en sistemas de membrana internos que se forman por invaginación de la membrana citoplasmática formando lamelas, los pigmentos producidos son conocidos como bacterioclorofila a o b y varios tipos de carotenoides.

Bajo condiciones anaerobias y de luz, todas las especies de este género crecen fotoheterótrofas con varios sustratos orgánicos o fotoautótrofas, con moléculas de H₂, S₀, S₂O₃ como donadores de electrones y CO₂ como única fuente de carbono.

La *Rhodopseudomonas palustris* es una especie que presenta las siguientes características:

- Dominio: Bacteria
- Orden: Rhodobacteria
- Familia: Ectothiorhospiraceae
- Género: *Rhodopseudomonas*
- Especie: *Rhodopseudomonas palustris*

- Bacilo Gram negativo, al poseer en su membrana una pequeña capa de peptidoglicano,

la cual al realizar la coloración de Gram se torna de coloración rosa.

- Células de un tamaño aproximado a $0.6 - 0.9 \mu\text{m}$ de ancho y $1.2 - 2.0 \mu\text{m}$ de largo.
- Esta especie se caracterizan también por dividirse por gemación, debido a la presencia de pedúnculos que es un tubo de aproximadamente 1.5 – 2.0 veces el largo de la célula original, esta estructura les permite adherirse a sustratos sólidos. El pedúnculo no contiene ni citoplasma ni pared celular. El proceso de división celular se lleva a cabo por la elongación de la célula seguida de fisión, durante el cual se forma un flagelo único en el polo opuesto al pedúnculo. Las células flageladas se separan de la célula madre no flagelada, nadan alrededor y se fijan a una nueva superficie, formando un pedúnculo en el polo flagelado, al tiempo que desaparece el flagelo. La formación de pedúnculos es una fase necesaria previa a la división celular y esta coordinada con la síntesis de DNA. La división celular suele producirse como resultado de un crecimiento desigual de la célula.
- Móviles.
- Fotoheterótrofas o Fotoautótrofas.
- Esta especie es la única en tomar el benzoato como fuente de carbono.
- Tiene las invaginaciones citoplasmáticas donde se encuentran las bacterioclorofilas que les permiten ser fototróficas.
- Crecimiento mesofílico: $30 - 37^{\circ}\text{C}$.
- El color de la suspensión microbiana es de color rojo.
- Productoras de enzimas (catalizadores biológicos para aumentar la velocidad de una reacción de degradación) como amilasas, hidrolasas, proteasas y gelatinasas. Por ende, es capaz de degradar compuestos orgánicos e inorgánicos.
- Tiene la capacidad de remover H_2S , NO_3 , SO_4 , hidrocarburos, y nitratos y halógenos, reduciendo así la DBO (Demanda biológica de oxígeno).
- Tiene la capacidad de degradar y remover algunos compuestos tóxicos presentes en aguas residuales como son putresinas, cadaverinas, entre otros.

- Incrementa la recuperación de metales pesados.
- Estas son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando luz solar y el calor como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares. Estos metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan también como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes.

Levaduras

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototrópicas y materia orgánica.

Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

Las levaduras normalmente predominan en hábitats con abundante azúcar, tales como frutas, flores, e incluso corteza de los árboles.

Algunas especies se emplean en todas las partes del mundo para la elaboración del pan y la producción de bebidas alcohólicas por fermentación, pues segregan enzimas que convierten los azúcares en alcohol y CO₂. Otras son responsables de la aparición de sabores especiales en ciertos vinos una vez que se ha realizado la fermentación principal. Algunas se encuentran como contaminantes en las industrias de fermentación, donde su presencia es indeseable, ya que reducen el rendimiento de alcohol o producen sabores desagradables. Hay especies que prosperan en sustratos con un porcentaje elevado de azúcar, productos que se consideran por lo regular libres del ataque de los hongos.

Las células de levadura son mucho más grandes que las bacterianas y pueden distinguirse no solo por su tamaño sino por la presencia de elementos intracelulares tales como el núcleo, ya que estas son células eucariotas.

Las levaduras son muy parecidas a bacterias macroscópicamente pero son más cremosas y los colores que presentan son blancos, beige o un poco más oscuros. Algunas son

rosadas o rojas porque tienen carotenoides.

La especie presente en el EM es *Saccharomyces cerevisiae*, la cual es muy importante en la industria para la producción de etanol a partir de melazas o de granos previamente sacarificados.

La *Saccharomyces cerevisiae* tiene las siguientes características:

Reino: Fungi
Phylum: Ascomycota
Clase: Hemiascomycetes
Orden: Saccharomycetales
Familia: Saccharomycetaceae
Género: *Saccharomyces*
Especie: *Saccharomyces cerevisiae*:

Es un hongo levaduriforme que presenta células alargadas, globosas a elipsoidales con gemaciones o blastoconidios multilaterales (de 3 – 10 x 4.5-1 µm).

Las levaduras (*Saccharomyces* spp.) son uno de los probióticos más utilizados en alimentación animal, tanto en monogástricos como en rumiantes. Los efectos reconocidos en rumiantes se atribuyen al aumento de la celulólisis ruminal y del flujo de proteína microbiana al intestino (Newbold, 2003; van Vuuren, 2003).

A las levaduras se les atribuyen además ciertas propiedades de control del pH del rumen. Por otro lado pueden también considerarse como una fuente natural de vitaminas y ácidos orgánicos para la población microbiana del rumen.