

Las bacterias del ácido láctico (BAL), o también bacterias ácido lácticas y cultivos lácticos -por razón de sus características al ser procesadas y multiplicadas para su utilización como grupo- comprenden un caldo de bacterias fermentadoras y productoras de ácido láctico, función por la que son usadas en la industria para darle ciertas cualidades a los alimentos y protegerlos contra la acción de otros organismos dañinos.

1. CARACTERÍSTICAS.

Las bacterias lácticas son Gram positivas, ácido tolerantes, algunos en rangos de pH entre 4.8 y 9.6, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos.

Son organismos que no forman esporas, son inmóviles, cocos o bacilos con bajo contenido de guanina y citocina, y asociados todos por sus características metabólicas y fisiológicas comunes. Estas son bacterias que generalmente se encuentran en plantas y productos lácteos en descomposición produciendo ácido láctico como producto metabólico final de la fermentación de carbohidratos. Esta particularidad ha enlazado, históricamente, a las BAL con la producción de alimentos fermentados, pues la acidificación que producen inhibe el crecimiento de agentes que causan descomposición. Más aún, algunas BAL son productoras de bacterocinas tóxicas, proveyendo un obstáculo adicional para los microorganismos patogénicos.

De hecho, el ácido láctico y otros productos metabólicos de las BAL contribuyen a las propiedades organolépticas y el perfil textural de un alimento específico. La importancia industrial de las BAL se evidencia también porque, por lo general son consideradas no peligrosas, debido a que están en variados alimentos y por su contribución como flora saprófita de las superficies mucosas humanas.

Los géneros básicos que comprenden las BAL son *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, y *Streptococcus* así como los *Lactobacillales*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Teragenococcus*, *Vagococcus*, y *Weisella*.

Los medios de cultivo para bacterias lácticas típicamente incluyen fuentes de carbohidratos, siendo que la mayoría de estas especies son incapaces de aprovechar la respiración celular.

2. CULTIVOS LACTICOS.

La percepción con respecto a los microorganismos es que son causantes de daños, tanto para los alimentos como para los humanos, esto es cierto en los grupos de microorganismos que provocan la descomposición de alimentos como la carne, la leche y las frutas. En el caso de la leche las técnicas de control y el manejo han hecho que los riesgos en ella disminuyan y la seguridad de ésta aumente, en algunos derivados pueden ser causante de serios perjuicios hasta el punto de producir metabolitos mortales, como las toxinas, que se pueden evidenciar por la presencia de manchas en el queso, sabores indeseables, hinchazón. Las bacterias patógenas más comunes son *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y otros como los coliformes y algunas enterobacterias.

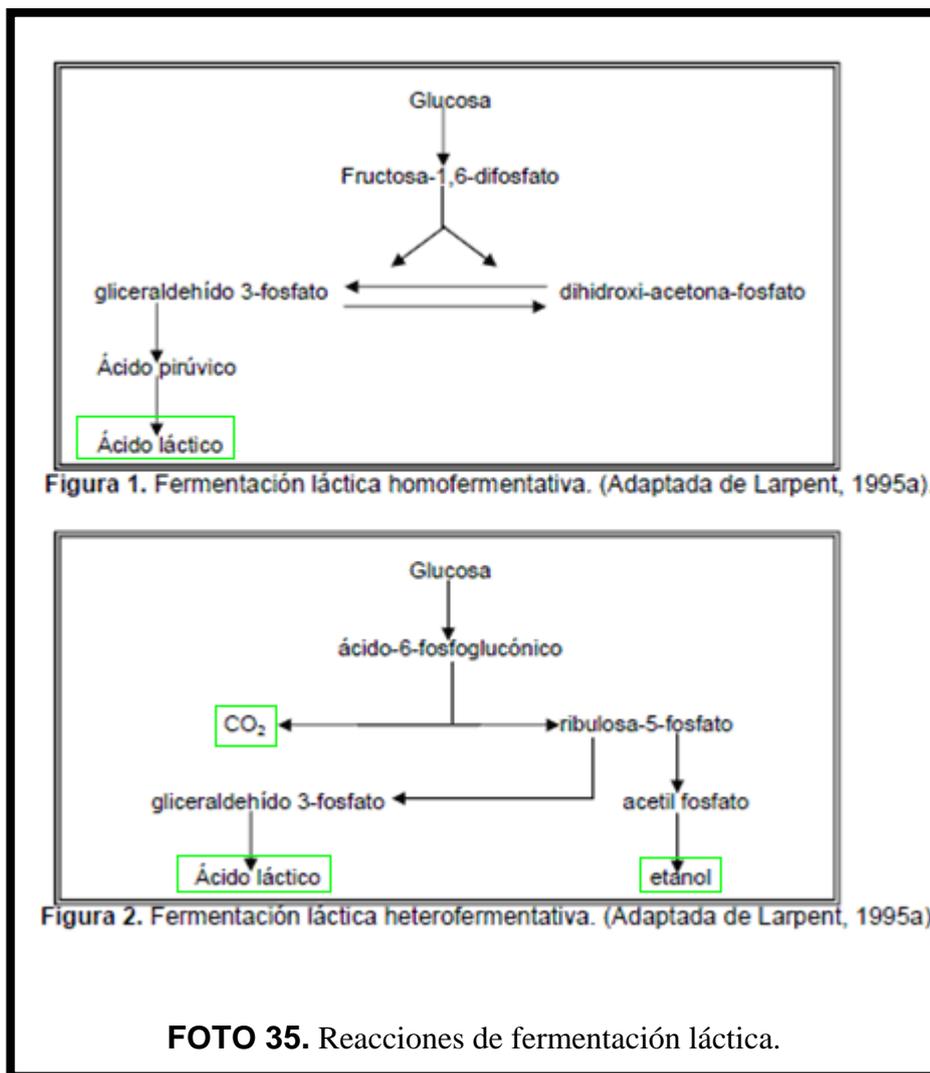
Así como hay bacterias que afectan a la salud humana, hay otras que además de ser inocuas, son necesarias. Dentro de este amplio grupo se encuentran las bacterias lácteas utilizadas en la elaboración de queso, yogurt y la mantequilla. Estos microorganismos influyen en el proceso de acidificación (disminución de pH), imprescindible para otorgarle al queso sus características propias (textura, sabor y aroma) e impedir el desarrollo de bacterias dañinas, en otras palabras producen cambios benéficos en los alimentos, cambios que pueden ser físicos o químicos, en general esto hace que además la vida útil aumente. A estos grupos se les ha denominado cultivos lácticos, “cultivo starter” o fermentos lácticos que a diferencia de los potencialmente patógenos proveen características particulares deseadas en forma más segura y predecible.

3. METABOLISMO DE LAS BACTERIAS LACTICAS.

Existen dos vías básicas de fermentación de hexosas que son usados para la clasificación de los géneros de BAL. En condiciones de exceso de glucosa y un limitado uso de oxígeno, las BAL homolácticos transforman un mol de glucosa a través de la vía glucolítica de Embden-Meyerhof-Parnas para formar dos moles de piruvato. El balance redox intracelular se mantiene por la oxidación de NADH con la concomitante reducción del piruvato en ácido láctico. Este proceso genera dos moles de ATP por cada mol de glucosa consumida. Los representantes de las BAL homolácticas incluyen *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* y el grupo *I Lactobacilli*.

Las BAL heterofermentativas utilizan la ruta de la pentosa fosfato, en la que un mol de glucosa-6-fosfato es inicialmente deshidrogenada a 6-fosfogluconato y luego

descarboxilada para producir un mol de CO₂. El resultante pentosa-5-fosfato es disociada en un mol de fosfato de gliceraldehído y un mol de acetilfosfato. El fosfato de gliceraldehído se metaboliza luego en ácido láctico, tal como en la reacción de los homofermentadores, con el acetilfosfato reduciéndose a etanol vía los intermediarios acetil-CoA y acetaldehido. Teoréticamente, los productos finales (incluyendo el ATP) son producidos en cantidades equimolares a partir del catabolismo de un mol de glucosa. Las BAL obligatoriamente heterofermentativas incluyen: *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella*, y el grupo *III Lactobacilli*.



4. BAL HOMOFERMENTATIVAS.

4.1. *Lactococcus*.

Lactococcus es un género de bacterias del ácido láctico formado por cinco especies pertenecientes anteriormente al género *Streptococcus* y otras especies

relacionadas. Las bacterias de este género son típicamente esféricas u ovoides, de 0,5 a 1,2 μm por 0,5 a 1,5 μm , y se agrupan en pares o en cadenas cortas. Son no formadoras de esporas y no móviles.

La especie tipo del género es *L. lactis* con dos subespecies *lactis* y *cremoris*.

Lactococcus difiere de otras bacterias ácido lácticas por su tolerancia al pH, sal y temperatura de crecimiento.

Lactococcus se emplea en la industria láctea en la manufactura de fermentados como quesos o yogures. Puede usarse en cultivos de arranque de cepas únicas o en cultivos de distintas cepas o con otras bacterias ácido lácticas como *Lactobacillus* y *Streptococcus*.

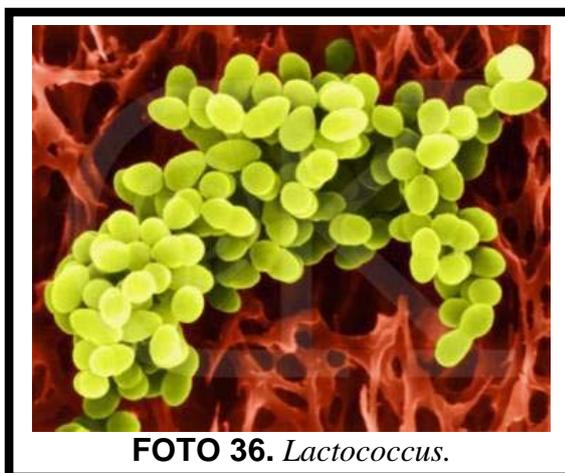


FOTO 36. *Lactococcus*.

4.2. Enterococcus.

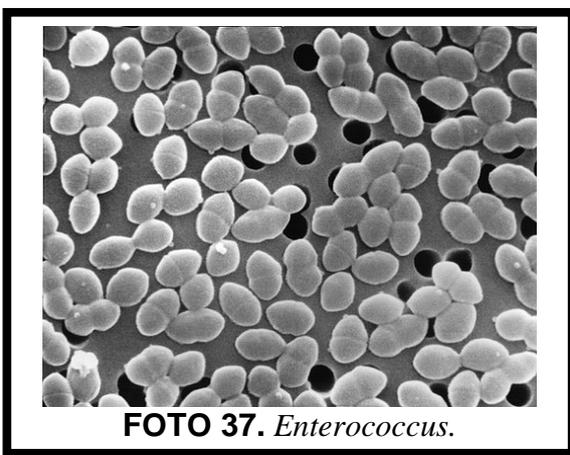


FOTO 37. *Enterococcus*.

Enterococcus es un género de bacterias del ácido láctico del división Firmicutes. Los miembros de este género eran clasificados como *Streptococcus Grupo D* hasta 1984 cuando los análisis de ADN genómicos indicaron que un género separado era más apropiado.

Los enterococos son coco Gram-positivos que se presentan en parejas (diplococos), siendo difícil distinguirlos de *Streptococcus* sólo en base a sus características físicas. Dos de las especies son comensales en el intestino humano: *E. faecalis* y *E. faecium*.

El enterococo es un organismo facultativo anaerobio, esto es, prefiere usar oxígeno, aunque sobrevive bien en su ausencia. Típicamente exhiben gamma-hemolisis en agar sangre de cordero.

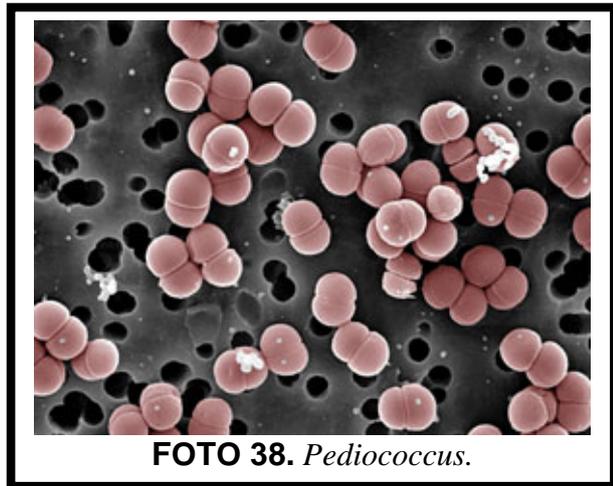
4.3. Pediococcus.

Pediococcus es un género de bacterias del ácido láctico Gram-positivas de la familia Lactobacillaceae. Normalmente se presentan en pares o tétradas, siendo las

únicas bacterias del ácido láctico con forma de coco que se dividen a lo largo de dos planos de simetría.

Son bacterias puramente homofermentativas, usualmente consideradas contaminantes de la cerveza y vino aunque en algunas cervezas tales como la de tipo Lambic es deseable su presencia.

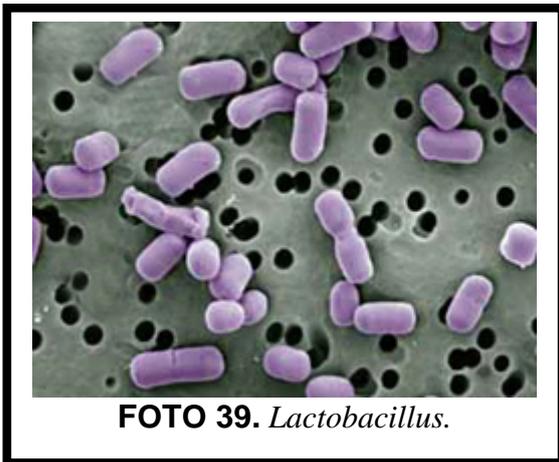
Ciertos *Pediococcus* producen diacetil, lo que proporciona un aroma a mantequilla o butterscotch a algunos vinos (tales como Chardonnay) y unos pocos tipos de cerveza. Las especies de *Pediococcus* a menudo se utilizan en el proceso de conservación del forraje denominado ensilado.



4.4. Lactobacillus.

Lactobacilo, Lactobacillus o bacteria del ácido láctico es un género de bacterias Gram positivas anaerobias, denominadas así debido a que la mayoría de sus miembros convierte lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico. Normalmente son benignas e incluso necesarias, habitan en el cuerpo humano y en el de otros animales, por ejemplo,

están presentes en el tracto gastrointestinal y en la vagina.



Muchas especies son importantes en la descomposición de material vegetal. La producción de ácido láctico hace que su ambiente sea ácido, lo cual inhibe el crecimiento de bacterias dañinas. Algunas especies de *lactobacillus* son usadas industrialmente para la producción de

yogur y otros alimentos fermentados. Algunas bebidas de yogur contienen *Lactobacillus* como suplemento dietético. Muchos *lactobacilli* son los únicos seres vivos que no requieren hierro para vivir y tienen una tolerancia extremadamente alta al peróxido de hidrógeno.

Lactobacilos búlgaros utilizados para la producción casera de yogur.

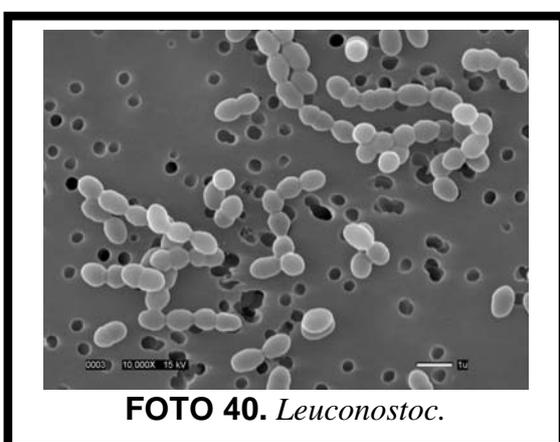
Muchos *Lactobacilli* son inusuales en que ellos operan usando un metabolismo homofermentativo (es decir, sólo producen ácido láctico a partir de azúcares) y son aerotolerantes a pesar de la ausencia de cadena respiratoria. Esta aerotolerancia es dependiente del manganeso y ha sido estudiada y explicada en *Lactobacillus plantarum*.

Por último, cabe decir que, varios de los miembros de este género ya tienen su secuencia de genoma descifrada.

5. BAL HETEROFERMENTATIVAS.

5.1. Leuconostoc.

Leuconostoc es un género de bacterias del ácido láctico Gram-positivas de la familia Leuconostocaceae. Las especies de *Leuconostoc* tienen generalmente forma de



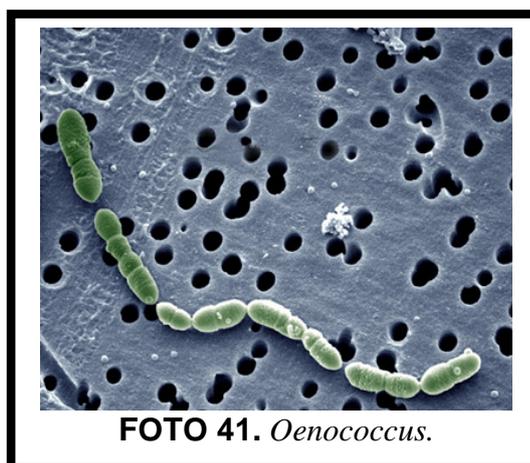
cocoide ovoide y a menudo forman cadenas. Son resistentes intrínsecamente a la vancomicina y catalasa-negativos (lo cual los distingue de *Staphylococcus*). Son heterofermentativos, capaces de producir dextrán a partir de la sacarosa.

Algunas especies son también capaces de producir infecciones a los seres humanos. Debido a que estas enfermedades son raras, los kits de indentificación comerciales estándar a menudo no identifican estos organismos.

Leuconostoc, junto con otras bacterias del ácido láctico tales como *Pediococcus* y *Lactobacillus*, se utiliza para la fermentación del repollo en la elaboración de chucrut. Durante este proceso, los azúcares de las coles frescas son transformadas en ácidos lácticos que le dan un sabor agrio y permiten que se conserven en buenas condiciones.

5.2. Oenococcus.

Oenococcus es un género de bacterias Gram-positivas de la familia Leuconostocaceae. La primera especie conocida de este género fue *Oenococcus oeni* (que era conocida como *Leuconostoc oeni* hasta 1995). En 2006,



se descubrió una segunda especie, *Oenococcus kitaharae*.

5.3. Weissella.

Weissella es un género de bacterias Gram-positivas de la familia Leuconostocaceae. La morfología de weissellas varía de células esféricas o lenticular a barras irregulares.