

TECNOLOGIA DE LOS FERMENTADOS

Objetivos:

- Identificar las principales especies que constituyen la flora microbiana fermentativa de la leche
- Conocer los cultivos lácticos, su clasificación y obtención.

ENFRIAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LA LECHE

Tras el ordeño, la leche se encuentra en una masa tibia cuya temperatura se acerca a los 33 °C y se enfría muy lentamente con el aire, aunque el ambiente sea fresco, es decir se encuentra en condiciones muy favorables para la multiplicación de numerosas especies de bacterias que la deterioran rápidamente; por lo tanto, es necesario descender rápidamente su temperatura hasta 4 °C como máximo para impedir el desarrollo de las bacterias. La finalidad de la refrigeración es conservar la calidad inicial de la leche hasta su utilización o transformación.

Para el enfriamiento de la leche se pueden emplear intercambiadores de calor a placas donde se efectúa el enfriamiento instantáneamente para luego pasar a los tanques de almacenamiento. También se emplean tanques de enfriamiento de expansión directa donde la masa de leche se enfría de 35 a 4 °C en dos horas y se almacena en estos mismos tanques, pudiéndose agregar leche de ordeños siguientes permitiéndose la elevación momentánea de la temperatura en no más de 10 °C.

Los tanques de almacenamiento de la leche refrigerada deben ser contruidos en material inerte, tener un aislante térmico eficaz. Los equipos frigoríficos de los tanques de enfriamiento deben ser calculados según la capacidad del depósito y el número de ordeños a conservar.

PROCESO

Luego de recibir la materia prima, enfriarla y almacenarla, se procede a desarrollar el proceso para convertir la leche en un fermentado lácteo fresco. La elaboración de productos lácteos fermentados frescos es una forma de conservación de la leche a través de la acidificación, proceso en el cual se imparte al producto final características organolépticas favorables (aroma y sabor) y efectos benéficos sobre la salud y la nutrición del consumidor; sin embargo, aunque estos productos poseen muchas propiedades positivas, pueden alterarse en pocos días, especialmente si se mantienen a temperatura ambiente.

Los productos lácteos fermentados frescos logran cada vez más triunfos, su calidad se va mejorando y aparecen nuevos productos que ganan más consumidores. Actualmente la producción tiende a concentrarse en grandes y modernas industrias lácteas especializadas y el éxito del producto en el mercado depende de la existencia de una red de comercialización que disponga de sistemas de almacenamiento que permitan la conservación del producto a temperaturas inferiores a 5 °C.

PRODUCTO TERMINADO Y ENVASADO

Embalaje

Es de gran importancia en la industria por facilitar el manejo, almacenamiento, transporte y distribución del producto durante el proceso de comercialización. Los materiales del embalaje no entran en contacto directo con el producto final.

Se pueden utilizar distintos tipos de embalaje, los cuales se dividen en dos grandes grupos: retornables y de un solo uso.

Los embalajes de un solo uso no son muy utilizados, pudiendo ser de plástico semirrígido, de plástico flexible o bandejas de cartón, los cuales pueden cubrirse con material termosellable, o presentarse apilados en el interior de cajas de cartón.

La elección del sistema de embalaje depende principalmente del costo, el grado de mecanización, la facilidad de la distribución y comercialización, la facilidad para su apilamiento y la posibilidad de circulación del aire frío entre ellos durante su almacenamiento refrigerado.

PRODUCTOS FERMENTADOS DERIVADOS DE LA LECHE

COMPOSICIÓN PRINCIPAL DE LA LECHE:

LACTOSA: utilizado por bacterias lácticas como fuente de Carbono.

PROTEÍNAS: sobre todo la Caseína que precipita formando el cuajo en queso y yogur, también hay albúminas y globulinas, pero no pasan a derivados porque son solubles y quedan en el suero, que se retira en el queso, no tanto en yogur.

GRASA: depende según si es de cabra, oveja o vaca, en cabra es el doble.

Tiene sobre todo los ácidos grasos palmítico, esteárico y oleico, además en la cabra está el capricho.

Estos son los que producen compuestos que dan el aroma y sabor a derivados.

SALES: fosfatos y Mg (inorg), nitrato (orgánico), sabor y olor de derivados sobre todo mantequilla.

ENZIMAS: lipasas (degradan ácidos grasos para dar aroma y sabor) amilasas, lactasas y fosfatasa.

Si el animal del que procede la leche está sano, los únicos microorganismos que debe haber son las bacterias lácticas, pero puede contaminarse de microorganismos del suelo, mamas y utensilios. Por eso, después de ordeñadas pueden aparecer coliformes y otros, si la analizamos. Si son bacterias psicrófilas, se eliminan con pasteurización, pero si son termófilas pueden sobrevivir, son peligrosas, es el caso de las bacterias esporuladas.

Por esto antes de utilizar la leche para un derivado hay que determinar la calidad bacteriológica de la leche, que se hace en base a 4 parámetros, que determinamos cuando la leche entra en la planta industrial.

El primer control que se le hace es un recuento de microorganismos viables normalmente en placa, para cada muestra se siembra 3 placas, una se incuba a 17°C para psicrófilos, otra a 35-37°C para Mesófilos y a 40-44°C para termófilos. El resultado se expresa como UFC/ml de leche.

En 2º lugar se hace un recuento de totales en microscopio porque si hay muchos muertos tampoco es señal de calidad.

En 3º lugar se mide el tiempo de reducción del azul de metileno, ya que esta reducción la hace la reductasa de las bacterias y entonces pasa a color blanco cuanto menor sea este tiempo, mayor es la carga bacteriana de la leche.

En 4º lugar hay que medir el tiempo que la leche puede permanecer a temperatura ambiente 22°C sin que al hervirla coagule. Cuanto menor sea el tiempo mayor será la carga bacterias de la leche.

LECHES FERMENTADAS

Como otros productos lácteos, las leches fermentadas han acompañado al ser humano desde hace varios miles de años en sus diferentes variedades. Durante ese tiempo, lejos de haberse ido abandonando han ido creciendo incluso en prestigio y variedad.

Las fermentaciones acidificantes son la manera de conservación láctea más primitiva y elemental bien es cierto que da productos de corta duración comercial. Las leches fermentadas son tan antiguas, podemos decir, como el pan ó el vino, otros ejemplos de alimentos fermentados que se han incorporado vigorosamente a la cultura gastronómica de las diferentes civilizaciones.

Su valor nutritivo es similar al de la leche de la que proceden, incluso viendo superado su contenido inicial en ciertas vitaminas (del grupo B) al ser estas vitaminas metabolitos de los microorganismos responsables de la fermentación y, por tanto, ser vertidos al medio donde crecen (la leche que está siendo fermentada). Otras vitaminas, sin embargo, pueden disminuir por ser consumidas como un recurso más por esa flora microbiana fermentativa.

La revalorización definitiva que estos productos han experimentado tiene su origen en los estudios del profesor Metchnikov (del Instituto Pasteur de París aunque de origen ruso) que a primeros del siglo XX insistió en las virtudes salutíferas y nutritivas de este tipo de leches (se hablaba de la longevidad de los habitantes del cáucaso que descubrieron el yogur), unas virtudes que a menudo como gran recurso publicitario han acompañado a las leches fermentadas hasta nuestros días. El origen de estas virtudes estaría en la actuación de los microorganismos fermentadores (por sí mismos o por ciertas sustancias eliminadas en el transcurso de metabolismo) en el interior del organismo humano.

Hoy en día, la discusión antigua de si es cierto que estos gérmenes pueden sobrevivir al paso por el estómago y asentarse de forma duradera en nuestro intestino (e incluso reproducirse allí entrando en competencia con la flora local) está lejos de haberse solucionado. La aparición de nuevos productos fabricados a partir de la acción de distintos gérmenes (bífidos y otros) ha reactualizado la controversia.

Las principales especies que constituyen la flora microbiana fermentativa de la leche son:

- Lactobacilos. Producen bastante ácido y actúan a temperaturas relativamente elevadas (37° C)
- Streptococos lácticos que producen menos ácido pero si son responsables del aroma peculiar
- Levaduras de la lactosa que producen gas carbónico y algo de alcohol (como ocurre en el kéfir)

Las leches fermentadas contienen cantidades siempre inferiores al 1% de ácido láctico, sustancia a la que se le puede adjudicar una ligera acción antiséptica en el intestino. Asimismo, la digestibilidad de la leche fermentada es mayor que la de la leche entera de la que procede por la ligera hidrólisis que han sufrido sus proteínas y porque, aunque aún queda lactosa en su composición, parece ser mejor tolerada incluso en personas intolerantes a la lactosa.

BACTERIAS LÁCTICAS:

Pueden ser cocos o bacilos, los cocos aparecen aislados, en cadenas, tétradas etc, los bacilos aislados o en cadena. Todas pueden producir ácido láctico. No forman esporas, son inmóviles. En función de su relación con el O₂ se clasifican en:

AEROTOLERANTES

Su hábitat es la leche, y son también residentes de boca e intestino. Tienen muchos requerimientos nutricionales, son capaces de crecer a pH ácido, la mayoría por debajo de 5 e incluso 4. Cuando se desarrollan en la leche, bajan su pH (esto sirve para evitar la acción de los putrefactores *Pseudomonas*, *Enterobacterias*, *Alcalígenes*, *Acinetobacter*).

Desde el punto de vista bioquímica se dividen en 2 grupos:

- Homofermentativas: a partir de glucosa sólo se obtiene ácido láctico.
- Heterofermentativas: a partir de glucosa se obtiene ácido láctico, etanol y CO₂.

HONGOS

Unicelulares (levaduras) o filamentosos, forman micelios, crecen muy bien en medios de laboratorio, no como las bacterias.

Levaduras: fam. <i>Sacharomycetoidae</i>	<i>Sacharomyces</i> <i>Kluyveromyces</i> <i>Zygosacharomyces</i> <i>Torulaspora</i>
<i>fam. Criptococacea</i>	<i>Cándida</i>

HONGOS FILAMENTOSOS

Géneros:	<i>Penicillium</i> (quesos, charcutería) <i>Geotrichium</i> (quesos) <i>Debariomyces</i> (charcutería)
----------	--

CULTIVO STARTER O INICIADOR:

Es lo que en laboratorio se llama un inóculo, es el conjunto de microorganismos con el que se inicia una fermentación alimentaria.

ELABORACIÓN DEL YOGUR:

El sustrato es leche entera, desnatada o concentrada (con un poco menos de agua, o con suplemento de leche en polvo, así se concentra más la caseína), también se añaden aromatizantes, edulcorantes, azúcar, si lo va a llevar el yogur.

Las cepas que se inoculan a la leche pasteurizada son 2, *Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus*.

Estas bacterias se añaden en igual cantidad, primero hidrolizan la lactosa en glucosa y galactosa (con una β -galactosidasa).

La glucosa forma el ácido láctico responsable del descenso del pH y entonces precipita la caseína y forma gel que es el yogur (la galactosa permanece en la leche).

Un 20-30% de la lactosa es consumida inicialmente, para pasarla a ácido láctico.

Durante la 1ª parte de la fermentación, ambas bacterias se desarrollan al igual tiempo mientras hay péptidos y aa libres, cuando se acaban, los Streptococos mueren porque no producen proteasas, pero Lactobacillus si las produce y sigue creciendo y por acción de sus proteasas vuelve a crecer Streptococcus. Aunque el producto final es ácido láctico, también se producen metabolitos 2º como acetaldehído (aroma típico del yogur), esta es una de las capacidades en las que se basan para la selección de cepas.

TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DEL YOGUR:

Yogur firme

Pasteurización, inoculación de cepas a concentración igual a 2 respecto a la leche, se mezclan en la leche esta distribuye en recipientes individuales y se deja fermentar 2-3 hr/42°C. La fermentación se detiene cuando la concentración de ácido láctico es igual al 1% (se detiene bajando la temperatura, para yogur con aromas se les hecha antes de la fermentación), y se guardan a 2-3°C suficiente para la fermentación.

Yogur batido

Igual, pero en recipiente único, y al final se bate la cuajada y se envasa, en este caso se añade parte del azúcar al principio y otra parte al batir, junto con la fruta si es que lleva.

Temperatura óptima de Streptococos 40°C, de Lactobacillus 45°C, se suele hacer 1h a 42°C y otra a 45°C (sin embargo, se ha visto que juntas van mejor a temperaturas intermedias).

Una vez elaborado dura unos 24 días por debajo de 8°C (se detiene la actividad de las bacterias lácticas, pero no todas y sigue degradándose lactosa a ácido láctico, y además también hay proteólisis por proteasas de Lactobacillus, que degrada la cuajada y da sabor amargo). Esta formación de ácido láctico y proteólisis se evitaría con una pasteurización posterior al proceso ("postres lácteos" por ley no se pueden llamar yogur si no tienen bacterias vivas), el yogur debe tener unas 10^9 cepas/g vivas.

Yogures terapéuticos

Se comercializan con el nombre de Bioyogurt, se le atribuye ventajas o beneficios a la salud el hombre, la tecnología de fermentación es igual que la tradicional y se diferencia en los microorganismos que aparecen en el producto. Además de Streptococos y Lactobacillus aparecen otras dos cepas que son Lactobacillus acidófilus y el Bifidobacterium longum (2 bacterias intestinales).

Para que sirvan hay que asegurar que lleguen vivas al intestino y que se implanten y proliferen.

Hay mucha variabilidad en cuanto a sensibilidad del pH, se seleccionan las que más aguantan. También las que resisten y viven en presencia de bilis, son las que llegan vivas al intestino y se considera que si al menos llega 10^6 cepas/ml vivas al intestino vale.

Alteraciones en el yogur

Sólo levaduras y hongos las producen, por sobrevivir a pH ácido. Las contaminaciones suelen ser antes del envase.

Otras leches fermentadas

Kéfir→ Cándida Kéfir
S. cerevisiae }→ Forman agregados como coliflores
Bacterias lácticas

Tipos de Kéfir

Existen 2 tipos de Kéfir; el que se prepara con leche y el que se prepara con agua; aquí hablaremos del Kéfir que se prepara con leche. Para preparar Kéfir, son necesarios granos de Kéfir.

¿Qué son y que contienen los granos de Kéfir?

Los granos de Kéfir son una mezcla de bacterias y levaduras, no patógenas, unidas por una matriz de polisacárido, que viven en estrecha simbiosis. Cada grano de Kéfir (3-20mm de diámetro) contiene:

- Bacterias del ácido láctico, llamadas en inglés LAB (lactic acid bacteria), como, por ejemplo: Lactobacillus, Lactococci y Leuconostoc
- Levaduras
- Otros microorganismos.

Los responsables de la formación del polisacárido (Kéfirán) son Lactobacillus Kéfiranofaciens y Lactobacillus Kéfir.

Cuando ponemos los granos de Kéfir con leche, debido a la doble fermentación (una realizada por las levaduras y la otra por las bacterias) obtenemos, como principales y mayoritarios subproductos:

- CO₂ y alcohol (gracias a la acción de las levaduras)
- Ácido láctico (gracias a la acción de las LAB)

Las LAB, reducen el azúcar de la leche (lactosa), dando lugar al ácido láctico, que es el responsable del sabor ácido del Kéfir (4'2-4'6 ph); estas bacterias también son las responsables de la producción del yogurt. Esto hace que, tanto el Kéfir como el yogurt sean productos bien tolerados por los intolerantes a la lactosa.

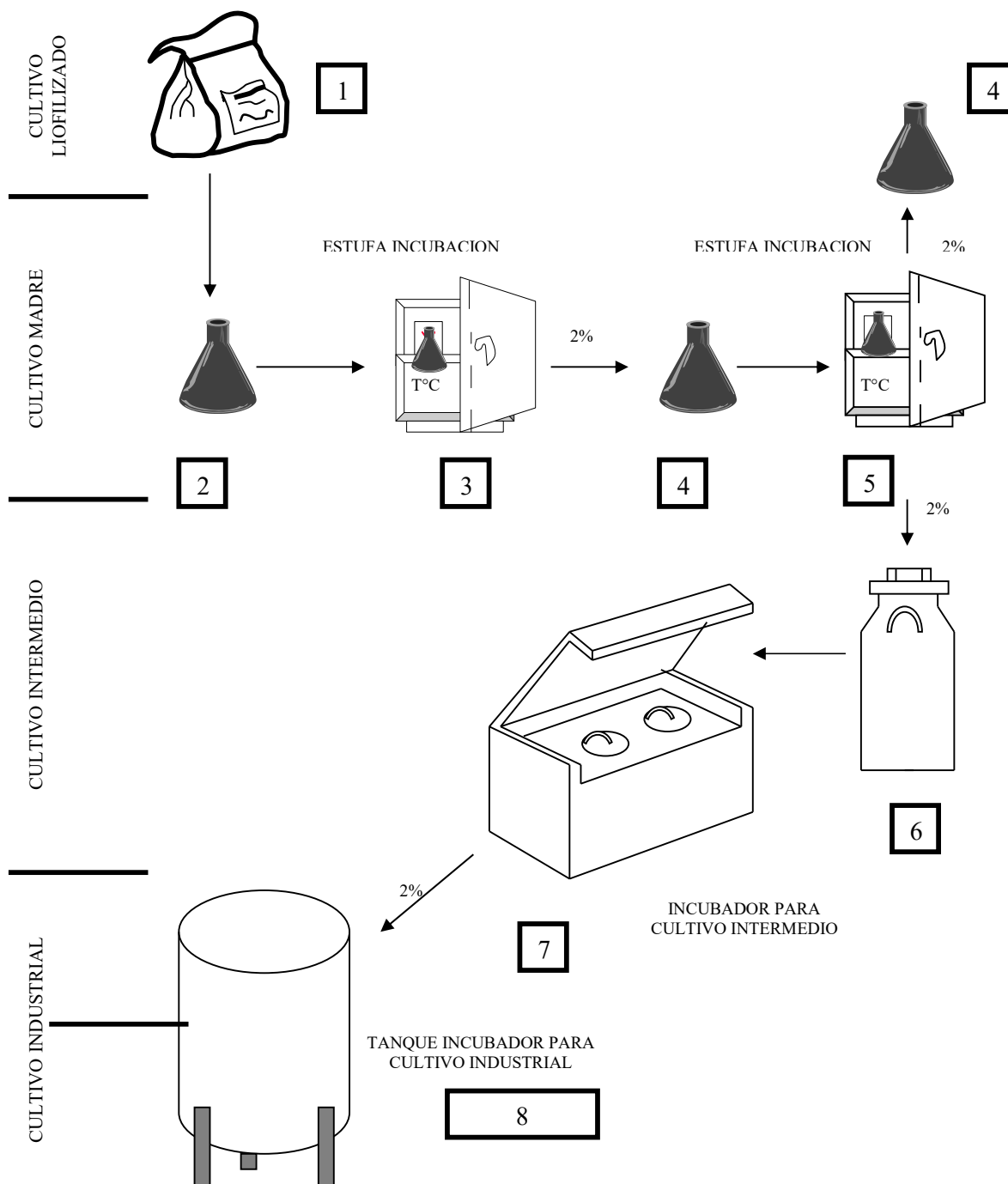
El perfil organoléptico

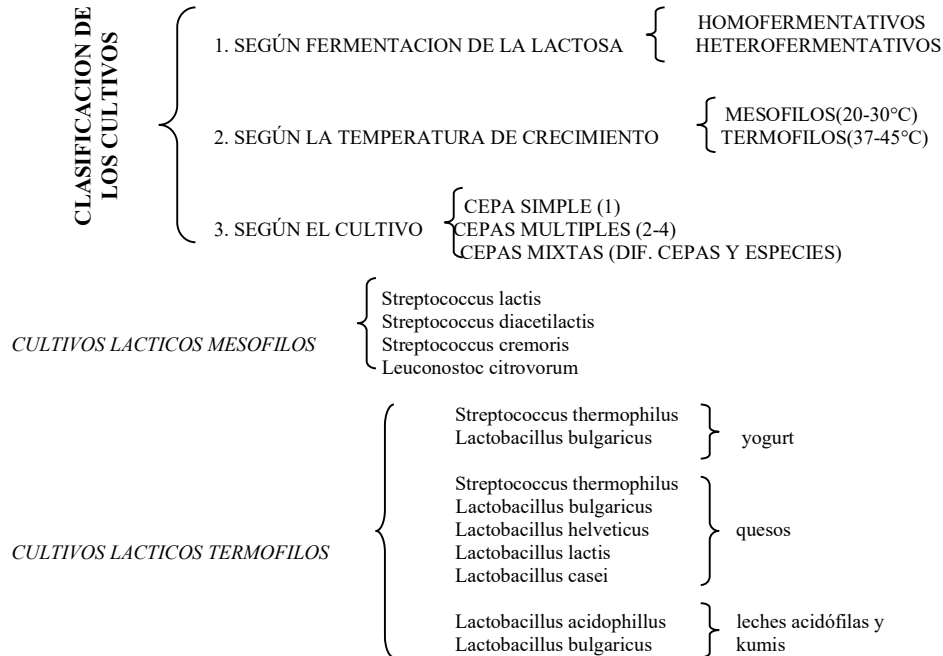
El aroma y sabor del Kéfir son muy particulares; podríamos definir al Kéfir como una leche fermentada carbonatada ácida. A parte del sabor ácido (debido al ácido láctico), hay otras muchas sustancias implicadas en crear el perfil típico del Kéfir; entre ellas está el diacetyl, un producto resultante de la acción de las bacterias Streptococcus lactis subespecie diacetylactis y Leuconostoc.

Foto 1. Elaboración de Yogurt.



SECUENCIA DE PREPARACION DE CULTIVOS





Formas de presentación o preparación comercial

1. Cultivos líquidos frescos: el contenido aproximado de bacterias es del orden de 500 millones/ml. ; por la dificultad de transporte son empleados por plantas procesadoras próximas a los laboratorios fabricantes. Exigen refrigeración a 2-4°C; por esto su comercialización es reducida.
2. Cultivos liofilizados: son preparados mediante desecación en estado de congelamiento, conservando escasamente una humedad inferior al 2%, siendo por esto estables por varias semanas a temperatura ambiente y por varios meses a temperatura de 3-5°C. Tiene un contenido entre 2.000-3.000 millones/gr. Ofrece como ventajas: facilidad de transporte de gran cantidad sin refrigeración, larga conservación.
3. Cultivos congelados: relativamente son nuevos. Son **congelados no concentrados** rápidamente a temperatura de -40 a -45°C. Su duración oscila entre 3-8 meses a esta temperatura, para su empleo debe descongelarse y propagarse en cultivo industrial. Sus ventajas consisten en: reducir la mano de obra, reducción de los análisis de control, conocimiento de las propiedades del cultivo madre y homogeneidad en el producto elaborado con este inóculo. Como desventaja se dificulta el transporte por el volumen y la temperatura. Los **congelados concentrados** son otra forma de cultivos congelados de dos tipos: * REDI-SET, contiene 20.000-30.000 millones de bacterias/gr. Son empleados en la preparación directa de los llamados cultivos intermedios o industriales, sin necesidad de preparar los cultivos madres como sucede con los cultivos líquidos y los liofilizados. ** REDI-SET D.V.S. (Direct Vat Set), que son cultivos altamente concentrados, en los cuales se eliminan todos los pasos intermedios. Contiene aproximadamente entre 200.000- 500.000 millones de bacterias/gr. deben ser mantenidos en nitrógeno líquido a temperatura de -96°C.

Inhibición: la efectividad del cultivo láctico se pierde en forma parcial, total o la destrucción de los m.o., dependiendo de los siguientes factores:

1. Naturales: presencia de lactoperoxidasa, la acción de las inmunoglobulinas, los ácidos grasos libres, etc.
2. Químicos: los residuos de detergentes, higienizantes adicionados intencional o accidentalmente a la leche, la presencia de antibióticos.
3. Biológicos: la presencia de los bacteriófagos. Se controlan con los tratamientos térmicos dados con anterioridad del proceso a la leche; 100°C/10seg., 95°C/1.5seg., 85°C/15 min. o 75°C/30min.

Defectos:

- ❖ La falta de aroma y sabor (corto tiempo de incubación, temperatura baja, contaminaciones de la leche o el cultivo).
- ❖ Exceso de acidez (demasiado tiempo de incubación, alta temperatura de incubación).
- ❖ Liberación de suero (desequilibrio de sales de calcio, contracción del coágulo, bajo contenido en sólidos totales o leches aguadas).

BACTERIAS MAS COMUNES EN LA INDUSTRIA LECHERA

CULTIVOS	CLASE DE BACTERIAS		CLASE DE FERMENTACION
	GENERO	ESPECIE	
MESOFILO	Streptococcus	lactis	Homofermentativa
		Cremoris	Homofermentativa
		Diacetilactis	Heterofermentativa
	Leuconostoc	citrovorum	Heterofermentativa
		Dextranicum	Heterofermentativa
TERMOFILO	Streptococcus	termophilus	Heterofermentativa
	Lactobacillus	bulgaricus	Homofermentativas
		Helveticus	Homofermentativas
		Bifidus	Homofermentativas
		Casei	Homofermentativas
		acidophilus	Homofermentativas
BACTERIAS PROPIONICAS	Propionibacterium	shermanii	Heterofermentativas
		Petersonii	Heterofermentativas

ACTIVIDAD

Luego de realizar la lectura responda lo siguiente:

1. ¿Cuál es la importancia del enfriamiento de la leche?
2. De acuerdo a la textura ¿Cómo se clasifica el yogurt?
3. ¿Cuáles son las bacterias que se desarrollan en la elaboración de yogurt?
4. Elabore el flujo grama de la elaboración de cultivos
5. ¿Cuáles son las principales especies que constituyen la flora microbiana fermentativa de la leche?

BIBLIOGRAFIA

- ANTONIO VALENTE. La industria Alimentaria. Problemas de Balance de materia y energía. Limusa Noriega Editores. México 1995.
- NOVOA, Carlos Fernando Y QUICAZAN, Marta Cecilia. Guía para prácticas en planta piloto de leches. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 1997.
- FAO. Manual de composición y propiedades de la leche 1981.
- INTERNET: FAO – ORG.INPHO – vlibrary.new_else.x5692. imágenes. lact3_jpg
- ICTA Universidad Nacional de Colombia. Guía para producir quesos colombianos. Bogotá 1994.
- J. AMIOTT. Ciencia y Tecnología de la leche. Principios y aplicaciones. Editorial Acribia Zaragoza (España) 1995.
- KEATING, Patrick Francis y GAONA RODRIGUEZ, Homero. Introducción a la Lactología. Limusa, grupo Noriega editores. México. 1992.