



NOTAS SOBRE MATERIAS PRIMAS

YOGUR – PROCESO DE ELABORACIÓN DEL YOGUR Y SELECCIÓN DE LA LECHE

A pesar del constante cambio en la tecnología de elaboración del yogur, el fundamento del método de elaboración ha cambiado poco a lo largo de los años.

Se han introducido algunas mejoras, especialmente en relación con las bacterias ácido lácticas responsables de la fermentación, pero los pasos básicos del proceso continúan siendo los mismos. Las principales características de esta fermentación se detallan en el siguiente cuadro:

Agentes de la Fermentación

Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus

Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus

Productos de la Fermentación

Principal: Ácido láctico

Secundario: Acetaldehído, acetona, diacetilo, glucanos

Objetivos de la Fermentación

Principal: Formación de un gel por descenso del pH

Secundarios: Sabor ácido, consistencia, formación de componentes del aroma

El siguiente organigrama resume los procesos tecnológicos:





Selección de la leche

Aunque se ha utilizado leche de diferentes especies animales para la fabricación del yogur, en la industrialización se utiliza básicamente leche de vaca. Puede utilizarse, leche entera, leche parcialmente descremada, leche descremada o crema de leche. La leche más apropiada es la que posea un contenido elevado de proteínas por razón de su alta densidad. A pesar de ello no es necesario elegir una leche con una proporción elevada de extracto seco para la producción de yogur, pues aquel puede ser aumentado más tarde por medio de otros productos como, leche descremada concentrada, leche en polvo descremada, suero, lactosa. Para que el cultivo iniciador se desarrolle, han de tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- bajo recuento bacteriano.
- libre de antibióticos, desinfectantes, leche mastítica, calostro y leche rancia.
- sin contaminación por bacteriófagos.

Preparación de la leche

Filtración o Depuración: Se hace principalmente para remover partículas extrañas (impurezas macroscópicas) que puede provocar interrupciones en el funcionamiento de las máquinas y por supuesto que no es bueno que lleguen a los productos.

La depuración también se puede efectuar en la descremadora, es más eficaz porque así se eliminan además de las impurezas macroscópicas, las células y algunas bacterias.

Descremado: Ya que el yogur varía en su contenido graso y la leche puede contener porcentajes de grasa superiores a los mínimos permitidos, se efectúa normalmente un desnatado y luego normalizar ese contenido.

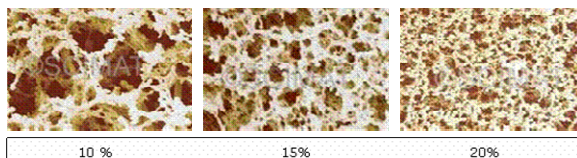
Estandarización: En general la leche usada en la elaboración de productos fermentados debe ser estandarizada con respecto al contenido de materia grasa y sólidos no grasos, para uniformar el producto final. Para estandarizar la materia grasa se pueden presentar dos alternativas: descremar a fin de disminuir el contenido de materia grasa o agregar crema a la leche descremada hasta el porcentaje de materia grasa deseada.

Los sólidos no grasos de la leche, se puede concentrar la leche por evaporación o ultra filtración o se puede agregar leche descremada en polvo, suero de leche, concentrado de proteínas, suero concentrado o caseinato de sodio.

La óptima concentración de sólidos no grasos de la leche es de 10 a 15%. Para lograr esta concentración se adiciona leche en polvo descremada en niveles de 1 a 5%. Así se reduce el tiempo requerido para la coagulación y a la vez se obtiene mejor consistencia.

Al aumentar el contenido de sólidos totales, particularmente la cantidad de proteínas en el yogur, generalmente incrementa la densidad de la red proteica y disminuye el tamaño de los poros. En consecuencia, el agua se liga más firmemente al producto.

Las cadenas más cortas de caseína se pueden apreciar, en estas imágenes de microscopía electrónica, la micro estructura del yogur conteniendo distintos porcentajes de sólidos totales de leche.





Aditivos usados en la elaboración

- Agentes estabilizantes para modificar la consistencia.
- Edulcorantes; azúcares, y edulcorantes bajos en calorías, para atenuar el sabor ácido.
- Frutas y saborizantes para ampliar la gama de sabores en un mismo producto.
- Colorantes naturales y artificiales.

Los estabilizantes, como los sólidos lácteos tienen influencia positiva sobre la consistencia y estabilidad del yogur. Entre estos estabilizantes podemos mencionar a los más empleados en la práctica, tales como la gelatina, los almidones, las gomas vegetales y la pectina. La cantidad de estabilizante a usar depende de la consistencia deseada en el producto final, debiendo tener cuidado con la adición excesiva. En este último caso se corre el riesgo de transmitir sabores extraños al yogur (sabor a almidón, por ejemplo). Generalmente los estabilizantes son usados en rangos de 0.1 a 0.3%, pero se emplean concentraciones de 0.05% de pectina para yogur con frutas.

El edulcorante más ampliamente utilizado es la sacarosa. Esto se debe a varias razones obvias como su fácil disponibilidad, buena solubilidad, alto poder endulzante y por la facilidad con que se puede manipular. Habitualmente se utilizan cantidades entre 5 y 10%. Otros endulzantes utilizados son el sorbitol, xilitol, sacarina y sus sales sódicas y cálcicas y el aspartame.

La gama de frutas y saborizantes que actualmente existen y se emplean es sumamente amplia.

El uso de conservantes está limitado de acuerdo a la legislación de cada país. No debiera ser necesario con una pasteurización efectiva y una buena higiene durante el proceso.

Homogeneización

Se realiza este proceso a 200kg/cm² para reducir el tamaño de los glóbulos grasos y así impedir la separación de la grasa y aumentar la viscosidad. Además se disminuye la posibilidad de dar sabor a oxidado.

Tratamiento térmico

Como en todos los productos lácteos, el principal objetivo de los tratamientos térmicos es destruir las bacterias patógenas y bacterias que afectan la conservación de la leche. En la elaboración de productos fermentados se usa normalmente un tratamiento térmico más enérgico que en una pasteurización fosfatasa negativa. Las temperaturas y tiempo de retención varían entre 80°C y 95°C durante 30 a 20 minutos. De esta manera se logra aumentar la viscosidad del producto y un mejor medio para el cultivo. A estas altas temperaturas las proteínas del suero se desnaturalizan y se asocian a las caseínas, aumentando así la cantidad de agua absorbida.

Refrigeración

Para que las bacterias lácticas puedan desarrollarse se debe llevar la mezcla a 42°C-45°C. Así se favorece su rápido crecimiento y liberación de sustratos propios de su fermentación.



Siembra del fermento

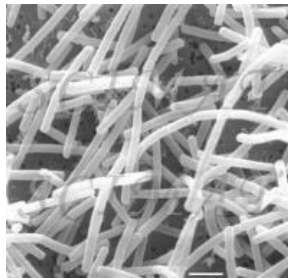
Los cultivos iniciadores mas ampliamente utilizados es una mezcla simbiótica de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*.

Aunque pueden crecer independientemente, el grado de producción de ácido láctico es mucho mas alto cuando se utilizan ambos que cuando se utilizan individualmente. El *Streptococcus thermophilus* crece más rápido y produce ácido fórmico y dióxido de carbono. El ácido fórmico y el dióxido de carbono producido estimula el crecimiento del *Lactobacillus bulgaricus*. De otro lado la actividad proteolítica del *Lactobacillus bulgaricus* produce péptidos y aminoácidos que estimulan el crecimiento del *Streptococcus*.

Es por este efecto sinérgico favorable del crecimiento conjunto que se utiliza esta mezcla simbiótica. Estos microorganismos son los responsables finalmente de la formación de aroma y textura típicos del yogur.

Entre los compuestos responsables del aroma típico del yogur se encuentran: acetaldehído, acetoína, diacetilo, etanol. Durante la fermentación la mezcla de yogur coagula produciendo un descenso del pH.

El *Streptococcus* es el responsable de la caída inicial del pH hasta aproximadamente 5.0. Entre tanto el *Lactobacillus* es el responsable del descenso del pH hasta 4.0.



Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus barra 2 mm

Incubación o Fermentación

Si la leche esta libre de inhibidores, la actividad de microorganismos esta determinada principalmente por la temperatura de incubación y la cantidad de inóculo agregado. Mientras mayor sea la diferencia con la temperatura óptima y menor sea la cantidad de inóculo agregado mayor será el tiempo de fermentación.

La temperatura y el tiempo de incubación, como también la cantidad de inóculo no solo influyen en la acidez final sino también en la relación entre bacterias.

En el caso del cultivo de yogur con *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* una menor cantidad de inóculo y baja temperatura favorecen a los *S. thermophilus* y viceversa. En la elaboración del yogur es preferible usar un corto tiempo de procesamiento y para esto se regula la temperatura y la cantidad de inóculo. Normalmente se usan temperaturas de incubación entre 42°C y 45°C y 2% a 3% de cultivo y un tiempo de incubación de 2.5 a 3 horas.

Durante la incubación las bacterias lácticas desarrollan acidez mediante la producción de ácido láctico a partir de la lactosa. La acidificación hace que la leche coagule y se obtenga una consistencia mejor.

La coagulación se produce a causa de la estabilidad de las caseínas. En la leche fresca con pH alrededor de 6.7 las caseínas tienen cargas negativas y se repelen entre si. En la acidificación de la leche los iones hidrógeno positivos del ácido son absorbidos por las caseínas, por lo que la carga negativa va disminuyendo y así



también la repulsión entre ellas. La coagulación empieza cuando la repulsión ha disminuido.

A un pH de 4.6 las caseínas son eléctricamente neutras y completamente insolubles. Este nivel de pH se conoce como punto isoeléctrico de la caseína.

En los productos lácteos fermentados la fermentación normalmente culmina cuando se alcanza un valor de 4.2 a 4.5 de pH aproximadamente ó cuando se alcanza un valor de alrededor de 0.75-0.8 % de acidez titulable.

La tecnología aplicada a cada tipo de yogur, firme o batido, se diferencia como se explica a continuación.

Fermentación del yogur firme

La leche se calienta hasta una temperatura entre 42°C y 45°C y se añade el fermento en una proporción del 2%, adición que generalmente se realiza en continuo. Posteriormente, la leche se envasa en vasitos o tarritos que se llevan al interior de una estufa a una temperatura entre 42°C y 45°C, durante un tiempo de 2 a 3 horas, hasta obtener la acidez deseada (aproximadamente el 1% de ácido láctico). Para la fabricación de yogures aromatizados se añaden los aromas de frutas antes de la fermentación. La fermentación se detiene enfriando los envases en cámaras frías muy ventiladas o en túneles de refrigeración.

Fermentación del yogur batido

La leche se mantiene en un tanque a una temperatura entre 42°C y 45°C. Tras la adición de los microorganismos la fermentación tiene lugar en el tanque. Cuando se alcanza la acidez deseada, la leche coagulada se agita para conseguir una masa homogénea, brillante y viscosa. se refrigera en un intercambiador de calor y se envasa en recipientes que son inmediatamente refrigerados.

El enfriamiento se efectúa para terminar el desarrollo de acidez. Se recomienda enfriar el producto a 22-24°C ya que a esa temperatura se inhibe el desarrollo de las bacterias.

A esta temperatura eventualmente se adicionan las frutas y el azúcar antes del envasado. El enfriamiento del producto da también una mejor estabilidad porque las proteínas absorben más agua a bajas temperaturas y por el restablecimiento de la estructura de las proteínas. Si se envasa a bajas temperaturas se destruye la estructura de las proteínas y no es posible conformarla otra vez a las temperaturas bajas de almacenamiento.



Tanques de fermentación y contenedores de fruta para la elaboración de yogur

Almacenamiento

Siempre debe efectuarse bajo refrigeración, como así mismo la distribución y venta, pues los cambios sucesivos de temperatura atentan contra la conservación del producto tanto desde el punto de vista microbiológico como físico (estabilidad).



La cámara de almacenamiento debe mantenerse limpia y aseada y no debe emplearse para otros productos que puedan causar mal sabor y olor.

El hecho de que todos los procesos comerciales compartan este núcleo común ha determinado que el término "yogur" se aplique a una amplia variedad de productos, por ejemplo, yogur deshidratado, yogur congelado o yogur pasteurizado.

La inclusión de todas estas variedades bajo la denominación de yogur no es aceptada por muchas legislaciones, ya que el yogur propiamente dicho debe, por razón del proceso de elaboración, contener un elevado número de microorganismos viables del cultivo estárter. Sin embargo, la costumbre parece haber determinado que siempre que en el envase se indique claramente la naturaleza del proceso final, por ejemplo "yogur pasteurizado", se acepte esa denominación.

Este planteamiento implica también que la elaboración del yogur debe incluir siempre una fase de fermentación, es decir, que si el coágulo se forma por adición directa de ácido láctico el producto no puede ser denominado en ningún caso yogur, ni si quiera "sucedáneo de yogur".

Las variaciones en la composición de la leche, el irregular comportamiento de los microorganismos estárter y la falta de regulación de la temperatura de incubación, junto con otra serie de variables del proceso, pueden dar lugar a un producto final de calidad deficiente y sólo el conocimiento de la fermentación puede servir para prevenir y reducir el riesgo de presentación de fallos en la producción.

Fermentos y su conservación

Como mencionamos anteriormente, el fermento está constituido como mínimo por una cepa de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* y una cepa de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*.

Generalmente se incluyen también otras cepas de las mismas especies pero que tienen características particulares como la producción de compuestos carbonílicos que intervienen en el aroma y polisacáridos que intervienen en la textura.

Estas cepas pueden conservarse y propagarse junto con las dos cepas básicas o por separado. Los fermentos se pueden conservar:

En estado líquido, en leche en polvo reconstituida que después de la inoculación e incubación a 30°C durante 16-18 horas o a 42°C durante 3-4 horas, se conserva a una temperatura inferior a 10°C,

En estado seco, después de una liofilización para la que se añaden agentes protectores como la leche desnatada y la lactosa,

Congelados a 40°C bajo cero con la eventual utilización de un crioprotector como el glicerol o a 196°C bajo cero en nitrógeno líquido.

Producción del fermento

El sistema clásico para la preparación de un fermento consiste en la realización de una serie de cultivos sucesivos con el aumento progresivo del volumen del cultivo hasta la obtención del fermento propiamente dicho.

En las industrias modernas, las cubas de los fermentos se protegen frente la contaminación ambiental, microorganismos indeseables y bacteriófagos mediante filtros que esterilizan el aire. Según el sistema de filtración utilizado, los tanques pueden ser cubas presurizadas o cubas a presión ambiental.

Las preparaciones concentradas o liofilizadas o congeladas, permiten llevar a cabo la siembra directa de las cubas de fermentación, con la ventaja de suprimir la preparación de los fermentos en la fábrica.



Generalmente se considera que la proporción entre las dos cepas de base, para asegurarse una buena acidificación, debe ser de 1/1, siendo esta relación entre el número de cadenas de células.



El fermento está constituido como mínimo por una cepa de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* y una cepa de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*.

Fuentes:

El mundo de la Leche. Pascual Mastellone.

Tecnología de alimentos. Charley.

Alimentos y nutrición. Rolando Salinas. Editorial El Ateneo.

Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Cheftel.

Autor: Lic. Daniel Pottí

Mundohelado Consulting España

<http://www.mundoheladoconsulting.com/>