

TECNOLOGÍAS DE ELABORACIÓN DE LAS LECHEES FERMENTADAS

Marbelis Valdés y Mayte Gómez*

*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. Carretera al Guatao, km 3 ½,
La Habana, CP 19 200, Cuba.*

**E-mail: marbe@iiaa.edu.cu*

RESUMEN

Las leches fermentadas son productos que presentan excelentes propiedades organolépticas y nutricionales. La característica común de estos productos es su obtención por la multiplicación de bacterias ácido lácticas en una leche preparada con ese objetivo. Estas son productos lácteos coagulados que se obtienen a partir de leche fresca entera, parcial o completamente descremada, concentrada o sustituida por leche entera o descremada en polvo; homogeneización o no, pasteurizada y fermentada por medio de microorganismos específicos, cuya microflora debe mantenerse viva, activa y abundante hasta su venta al consumidor, no debe contener ningún germen patógeno. Esta reseña recoge la información sobre las tecnologías de elaboración de leches fermentadas de coágulo y batidos. Se hace una descripción breve de los distintos tipos de leches fermentadas. Se demostraron las semejanzas y diferencias de las tecnologías de las leches fermentadas batidas y de coágulo; siendo las primeras más eficiente debido al empleo del intercambiador de placas.

Palabras clave: Leches fermentadas, tecnología

ABSTRACT

Technology of fermented milk

The fermented milk are dairy products that present excellent characteristic organoleptic and nutritious. The common property of these products is its obtaining for the multiplication of lactic acid bacteria in a prepared milk with that objective. The fermented milk are coagulated dairy products obtained starting from whole, partial milk or completely skimmed milk, concentrated milk or substituted by powdered, partial or completely skimmed milk; homogenized or not; pasteurized and fermented by means of specific microorganisms whose microflora should stay live on, active and abundant until its sale to the consumer, it should not contain any pathogen germ. This review picks up the main information on the technologies of elaboration of fermented milk of the coagulum and stirred fermented milk. A brief description of the different types of fermented milk is made. The likeness and differences of the technologies of the stirred fermented milk and fermented milk of the coagulum were demonstrated; being the first ones the most efficient due to the employment of the interchanger of badges.

Keywords: Fermented milk, technology

***Marbelis Valdés Veliz:** *Ingeniera Química (2011). Ha trabajado en proyectos de investigación vinculados a productos fermentados y quesos, de los cuales se han derivado tesis de grado. También ha recibido cursos técnicos y de post-grado sobre tecnología de productos lácteos. Actualmente está trabajando en tareas de investigación, donde ha adquirido un plan de formación con vista a una posterior superación, en estos momentos participa en tareas desarrolladas con productos fermentados y margarina.*

INTRODUCCIÓN

Las leches fermentadas constituyen un alimento de alto valor nutricional y funcional que ha ganado gran popularidad entre sus productores y consumidores. Entre los atributos de calidad más importantes de dichos productos se encuentran la textura y particularmente las propiedades de flujo, consistencia y viscosidad,

parámetros esenciales que pueden determinar la aceptación o rechazo por los consumidores si no se alcanzan las características deseadas (1, 2).

Todas las leches fermentadas tienen una característica común, la de obtenerse por la multiplicación de bacterias lácticas en una preparación de leche. El ácido láctico que producen coagula o espesa la leche, confiriéndole un sabor más o menos pronunciado. Las características propias de las distintas leches fermentadas se deben a la variación particular de ciertos factores, como la composición de la leche, la temperatura de inoculación, la flora láctica o la flora microbiana distinta a la láctica (3).

Las características de sabor y textura están estrechamente relacionadas con el pre-tratamiento de la materia prima y con el crecimiento de las cepas microbianas en unas condiciones determinadas y perfectamente controladas. La mayor parte de los cultivos utilizados se componen de varias cepas, de microorganismos que frecuentemente actúan en simbiosis (4). La particularidad de la textura en este producto se debe a diversos factores como: enriquecimiento en extracto seco de la leche original, duración del precalentamiento, adición de espesantes, velocidad y grado de acidificación, así como las condiciones de refrigeración. Estos parámetros deben controlarse rigurosamente durante el proceso de producción. El aroma depende de la calidad de las materias primas y de la proporción de los ingredientes y también de la naturaleza de la flora microbiana y de las condiciones de incubación (4).

El objetivo de este trabajo fue recoger la información principal sobre las tecnologías de elaboración de leches fermentadas de coágulo y batido. Además se brinda una breve descripción de los distintos tipos de leches fermentadas desarrolladas.

LECHES FERMENTADAS

Concepto y clasificación

Las leches fermentadas se definen como productos lácteos coagulados a partir de leche entera, parcial o completamente descremada; concentrada o sustituida por leche en polvo parcial o completamente descremada; homogeneizada o no; pasteurizada y fermentada por medio de microorganismos específicos cuya microflora debe ser mantenida viva, activa y abundante hasta su venta al consumidor, no debiendo contener ningún ger-

men patógeno (5). Desde el punto de vista tecnológico las leches fermentadas pueden ser de tres tipos: de coágulo, batida y en forma líquida o bebida (6, 7).

Leche fermentada líquida o bebida

Son leches ácido-alcohólicas que se caracterizan porque producen al menos dos tipos de conversiones biológicas: acidificación y fermentación alcohólica. El proceso se puede llevar a cabo en una o en varias etapas dependiendo de las características buscadas en el producto final y de la complejidad de las reacciones necesarias. El estudio de la microbiología de estas leches ha demostrado la gran variedad de microorganismos implicados, encontrándose entre estos: levaduras y bacterias lácticas, así como una flora asociada formada por microorganismos de polución por ejemplo: *Acetobacter*, *Klubiella*, entre otros (3, 8).

Leches fermentadas de coágulo y batida

Son leches ácidas que se caracterizan porque en el proceso de su elaboración ocurre una fermentación láctica, por ejemplo el yogur. En estas fermentaciones, de tipo láctico, el principal sustrato es la lactosa, que se transforma en ácido láctico. En la mayor parte de estas fermentaciones solamente el 20 % del sustrato sufre esta conversión. La flora láctica se añade en forma de cultivos puros o mixtos, obtenidos en un medio preparado con leche desnatada. La acidificación puede llegar a producir coagulación del producto si el pH desciende hasta el punto isoeléctrico de las caseínas. La actividad proteolítica de la flora y la producción de metabolitos secundarios dan a los productos fermentados sus peculiares características organolépticas y texturales (3, 8).

Principales leches fermentadas

Existen variedades de leches fermentadas; entre ellas se encuentran: el yogur, leche acidófila, riazchenka, kéfir, koumis, laktofil, mazún, skyr, entre otros. Todas ellas se obtienen de la fermentación de las leches mediante distintas tecnologías.

Yogur

Se define al yogur como: El producto lácteo coagulado, obtenido a través de fermentación láctica por la acción de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y

Streptococcus thermophilus sobre la leche y productos lácteos (leche entera en polvo, LDP, suero en polvo, etc.). Los microorganismos en el producto final deben ser viables y abundantes. Las leches fermentadas han logrado ser no solo fuentes que contienen excelentes nutrientes, sino además, constituyen alimentos funcionales de gran importancia terapéutica para cualquier persona (9).

Leche acidófila

La leche acidófila es característica en el mercado americano y muchos médicos la aconsejan a algunos pacientes que sufren trastornos digestivos. Es muy ácida, sosa, a veces amarga, por lo que no es una bebida muy apreciada por el consumidor; los intentos para su introducción en Europa occidental no han tenido éxito (3). Esta se prepara a partir de leche desnatada de excelente calidad que es pasteurizada dos veces a 65 °C con objeto de eliminar la casi totalidad de los gérmenes. También se puede esterilizar por un procedimiento UHT, o sometiéndola a 115 °C durante unos segundos. Después de la refrigeración a 37 °C, se siembra con un 2 o 5 % de un cultivo puro de *Lactobacillus acidophilus*. El producto es envasado en botellas y mantenido durante unas 24 h entre 35 y 37 °C para favorecer la coagulación. Su acidez suele alcanzar 1,5 %. Es un agente eficaz para el tratamiento de ciertos desordenes intestinales, enteritis, estreñimiento, urticaria, etc. (10).

Riazhenka

Producto ruso que se obtiene por fermentación de una mezcla de nata y leche pasteurizada por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus acidophilus* (3).

Kéfir

El kéfir es un producto lácteo fermentado de fácil elaboración artesanal. Se parte de leche entera o parcialmente desnatada que se pasteuriza a 85 °C durante 30 min. La leche se refrigera a 22 °C, se siembra con los granos de kéfir y se deja fermentar de 12 a 24 h. Después la leche cuajada se filtra a través de un tamiz o una gasa de malla fina y se pone a enfriar. El filtrado tiene un aspecto parecido al de la leche pero con burbujas y espuma como la cerveza (4). Este tipo de leche alcohólica y acidificada es característica de los países del Este y originaria del Cáucaso, donde se pre-

para a partir de leche de cabra, oveja o de vaca. Es una bebida de color blanco, de consistencia más o menos cremosa y ligeramente espumosa (3). Los granos recogidos en la filtración pueden conservarse durante unos 10 días. Si se secan durante 36 a 48 h a temperatura ambiente, se pueden mantener más de un año. En el comercio hay cultivos liofilizados de kéfir cuya duración es casi ilimitada (4).

Koumis

Es un producto lácteo similar al kéfir, aunque con un contenido alcohólico mayor que éste (3 %). Se obtiene de una doble fermentación (láctica y alcohólica) de la lactosa. Según su acidez y contenido de alcohol se clasifican en tres grupos: dulce, medio y fuerte. En su elaboración participan diversos microorganismos, siendo los principales bacterias lácteas como *Lactobacillus delbrueckii sbsp. bulgaricus* y *Lactobacillus acidophilus*, así como levaduras tales como *Kluyveromyces lactis sbsp. lactis*, *Candida utilis*, *Candida kéfir* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Mazún

Es una leche fermentada tradicional de origen armenio, de elaboración artesanal y es distribuida en las cocinas de los pueblos del Cáucaso. Este tipo de yogurt a veces se enriquece con ajo picado y se puede elaborar con leche, yogur y crema.

Skyr

Se prepara en Islandia a partir de leche, generalmente desnatada, pasteurizada y coagulada entre 36 y 39 °C por la adición de un 2 % de skyr del día anterior. Es viscoso, filamentosos y su flora está constituida por *Lactobacillus helveticus* y *Lactobacillus brevis* (*Betebacterium breve*).

Laktofil

Es característico en los países escandinavos. Es un producto de características viscosas y filamentosas, y de conservación de hasta 10 meses. Son leches concentradas o no, incubadas a temperaturas bajas de 10 o 12 °C, durante 16 o 18 h hasta conseguir una acidez de 1 al 2 % de ácido láctico. La flora está compuesta fundamentalmente por cepas hilantes de *Streptococcus lactis* y *hollandicus*.

Tecnología de elaboración de las leches fermentadas de coágulo y batido

A continuación se describen las principales características de las etapas tecnológicas de estas leches fermentadas.

Recibo e inspección de la leche

La leche, utilizada como materia prima para la producción de leches fermentadas tanto de coágulo como batido, puede ser reconstituida o fresca y provenir de distintas especies como vaca, búfala, oveja o mezclas de estos. El recibo de la misma se efectúa en carros termos con una capacidad aproximada de 3000 L y para el control de esta cada vez que es recepcionada se toma una muestra en el instante y antes de ser utilizada sino es procesada en el día. Del resto de las materias primas también se toman muestras representativas para la evaluación de los distintos lotes (8).

Normalización de las materias primas

El objetivo de esta operación se basa en estandarizar la leche a la norma que está establecida, o sea, ajustar los componentes grasa (SG) y sólidos no grasos (SNG) para obtener la composición deseada. El porcentaje de SG y SNG en la leche para la producción de leches fermentadas es gobernado directamente por estándares legales del país interesado o fabricante (11). Mientras mayor sea el contenido de SG y SNG, se formará un gel con mayor consistencia y firmeza (7, 12, 13). Internacionalmente el contenido específico de SNG más utilizados en yogur, va desde 8,2 a 8,6 %; este porcentaje mínimo busca también la protección del consumidor ya que el nivel de SNG es aproximadamente comparable con el nivel presente en la leche fresca (13).

Pre calentamiento

La leche es precalentada hasta la temperatura de 60 a 65 °C para facilitar la operación de homogeneización (8).

Homogeneización

La homogeneización consiste en disminuir el tamaño de los glóbulos grasos que constituyen la fase dispersa de una emulsión, hasta que alcance un diámetro de 1 a 2 µm. Además impide la separación de grasa en el

producto almacenado, evita la separación del suero y asegura una distribución equitativa de las vitaminas liposolubles en toda la leche, se disminuye la tensión del coágulo suave. Esta operación se produce cuando la mezcla a homogeneizar es sometida a cambios bruscos de velocidad y presión. Al apoyarse la mezcla contra una pequeña abertura algunos glóbulos se subdividen, aunque realmente la mayoría de los glóbulos se subdividen al chocar la mezcla con las paredes del cabezal, donde a partir de un glóbulo se forman otros más pequeños (14).

Pasteurización

La leche seleccionada para elaborar cualquiera de las leches fermentadas conocidas, debe recibir un tratamiento térmico adecuado que garantice crear un medio óptimo para el desarrollo de los microorganismos que con posterioridad a la pasteurización y refrescamiento se va a inocular. Los objetivos de esta etapa en las leches fermentadas son: eliminar las formas vegetativas de los microorganismos patógenos y de otros indeseables; reducir al mínimo la población microbiana total, para que no interfiera con las bacterias lácticas del cultivo iniciador; desnaturalizar las proteínas del suero para mejorar la textura del producto final y para ayudar a evitar la separación de suero durante la conservación del producto; hacer de la leche un medio más nutritivo para los microorganismos por liberación de aminoácidos y otros factores de desarrollo, reducción del potencial redox y la eliminación de lipasas y sustancias inhibitorias (3, 15). Existen varios tratamientos térmicos que pueden emplearse: 85 °C por 15 min, 90 °C de 3 a 5 min y 115 a 150 °C por 3 s. Para el primer caso operación el equipo a utilizar son tanques de doble pared, de acero inoxidable, y en los otros dos casos se utilizan intercambiadores placas (3).

Adición de cultivo

Esta operación consiste en la inoculación de los gérmenes específicos del yogur. La adición del mismo debe hacerse a una concentración suficientemente elevada, ya que es preferible añadir una cantidad demasiado grande que demasiado pequeña, para asegurar una acidificación correcta. Además las bacterias pueden soportar mejor las condiciones desfavorables (falta de factores de crecimiento, restos de antibióticos, fase de latencia muy prolongada, etc.). También se evita el que

la textura resultante sea arenosa y eventualmente la sinéresis en caso de retardo de la acidificación. La cantidad mínima de adición varía a vitalidad de los cultivos entre 0,5 y 1 %, y el valor máximo se sitúa alrededor del 5 al 7 %; no deben sobrepasarse estos valores, ya que si no el aporte de ácido láctico y de leche cuajada puede llegar a ser demasiado importante (en cuyo caso la textura es granujenta), e incluso la acidificación puede ser demasiado rápida. Esta adición debe ser homogénea, es decir, que el reparto de gérmenes por la leche debe ser regular. Los cultivos utilizados para este proceso pueden ser: cultivos de preparación industrial, en concentraciones entre 2 y 3 % aproximadamente (las mayores concentraciones en los productos aromatizados) o cultivos liofilizados (concentrados) que contienen hasta 1011 ufc/mL, que se añaden directamente y con agitación a la leche. En esta operación la leche debe ser refrescada hasta los 45 °C, pues esta, es la temperatura óptima, para que se desarrollen los microorganismos que actúan en simbiosis, y de esta manera se garantizan las propiedades físico-químicas, microbiológicas y organolépticas del producto final (3, 16).

Aromatización opcional

En caso de usarse, se añaden en conjunto con los cultivos, los componentes minoritarios no resistentes al calor (aromas, colorantes), que hubiesen sido destruidos por las altas temperaturas de pasteurización (3).

Incubación en tanque

Durante la fermentación ocurren la mayoría de los cambios físico-químicos en la leche. Estos afectan a los carbohidratos, proteínas, enzimas y vitaminas. La lactosa es parcialmente desdoblada a glucosa y galactosa por la enzima β -galactosidasa de los microorganismos presentes. La glucosa formada de la fermentación es transformada fundamentalmente a ácido láctico (homofermentativa) y también en menor medida a etanol y a dióxido de carbono (heterofermentativa), de acuerdo a los microorganismos utilizados y al tipo de producto que se desea obtener. También tiene lugar la producción de otros componentes responsables del sabor como el acetaldehído y otros compuestos aromáticos. Por otra parte, hay un incremento de péptidos y aminoácidos libres como consecuencia de la acción de las proteasas sobre las proteí-

nas. Algunas vitaminas son utilizadas por los microorganismos, particularmente la vitamina B12; pero otras son sintetizadas como: el ácido fólico y la niacina, aunque en menor escala (6). El proceso de fermentación se controla por la relación tiempo / temperatura, tomando en consideración el porcentaje de cultivo añadido y la temperatura de incubación. La temperatura de incubación y su influencia en las propiedades reológicas de las leches fermentadas es uno de los factores tecnológicos que se discuten frecuentemente en la literatura. Con respecto a sus beneficios en cuanto a la consistencia del producto existen partidarios, tanto de las bajas temperaturas (30 a 35 °C) y largos tiempos de fermentación para promover la síntesis de polisacáridos y glucoproteínas (17), como de emplear altas temperaturas (42 a 45 °C) (11, 18). Según algunos especialistas, a bajas temperaturas de incubación de la leche para la fermentación, es decir, a temperatura ambiente, se produce una lenta acidificación y por ende el proceso se prolonga a más de 18 h, dando lugar a efectos secundarios no deseables como, por ejemplo la sinéresis, lo que influye negativamente sobre las propiedades físicas del yogur, tal como la viscosidad y afectando a su vez la calidad del mismo (11). En cuanto a las temperaturas altas se plantea, que la temperatura debe elegirse próxima a la temperatura óptima del *Streptococcus thermophilus*, es decir, 42 a 45 °C, más que a una temperatura próxima a la óptima del *Lactobacillus bulgaricus* (47 a 50 °C), ya que es preferible que los *Streptococcus* aseguren el comienzo de la fermentación láctica. Esta temperatura próxima entre 42 y 45 °C es por otra parte la temperatura simbiótica óptima (3). En Cuba se ha determinado en algunas investigaciones que la firmeza del coágulo específico de yogur se mejora a mayores temperaturas de incubación (no 42 °C, sino 45 °C); lo que tiene la indudable ventaja sobre las incubaciones largas a bajas temperaturas de acelerar y mejorar la eficiencia del proceso productivo (17).

Refrescamiento

El refrescamiento que tiene como objetivo controlar la acidez en el producto mediante la disminución de la producción de ácido láctico por acción del frío. Este paso juega un papel importante en la calidad del producto final, ya que conduce a detener la fermentación en el momento preciso. El grado de acidez para reali-

zar el enfriamiento depende del tiempo y de la temperatura de refrescamiento, además de la acidez que se desee en el producto final (4, 18).

Ruptura del coágulo o batido

Después del período de fermentación y refrescamiento, el coágulo se rompe con la ayuda de una bomba de desplazamiento positivo. En esto estriba la diferencia entre el producto de coágulo y el batido. En el caso del primero se describe como que el agua está en la fase gel, mientras que en el segundo es el gel el que está en la fase acuosa (6).

Enfriamiento

El producto batido es enfriado mediante un intercambiador a placas, a diferencia del producto coagulado que es enfriado en tanques. La desventaja entre un proceso y otro es que el enfriamiento a través de intercambiadores es mucho más eficiente. Así por ejemplo, enfriar de 2500 a 5000 L de yogur en un tanque del tipo Wincanton, enchaquetado, puede tomar alrededor de 4 h, mientras que en un intercambiador a placas es enfriado en 30 min. En el caso del tanque enchaquetado, el empleo de agitadores para facilitar la transferencia de calor y disminuir el tiempo de enfriamiento redundaría, por otra parte, en un daño excesivo de la consistencia del producto (19).

Adiciones eventuales

Aquí se añaden mermeladas, pulpas, frutas que no deben pasar por el intercambiador a placas. Las adiciones eventuales pueden actuar positivamente o no sobre la consistencia del producto batido en dependencia del tipo y cantidad de la adición y de la forma en que se haga la misma (sobre, bajo o integrada al producto).

Llenado, embalado y etiquetado

Para estas operaciones los envases usados son impermeables al agua y no deben permitir que el producto adquiera olores y sabores extraños. Las leches fermentadas se comercializan en envases de polietileno, polipropileno, polietileno, cloruro de polivinilo y envases de cartón de distintas capacidades. Generalmente el producto es envasado desde tanques elevados, cayendo por gravedad, para evitar ser bombeado nuevamente y evitar un mayor deterioro de su estructura (3).

Conservación y almacenamiento en frío

Las leches fermentadas deben mantenerse en refrigeración hasta su consumo. La mayoría tienen una caducidad entre 15 y 21 días. La temperatura debe mantenerse durante todo el período de conservación entre 2 y 5 °C y nunca debe sobrepasar los 10 °C en las etapas intermedias de las cadenas de distribución para evitar el desarrollo de la acidez (6). Las variaciones de temperatura en este período producen modificaciones en la textura y la viscosidad, originan la separación de suero, y favorecen el desarrollo de microorganismos presentes y contaminantes (4). Durante las primeras 24 o 48 h de almacenamiento en refrigeración se observa una mejora de las características físicas del coágulo, principalmente como consecuencia de la hidratación y estabilización de las micelas de caseína, por lo que resulta aconsejable retrasar la distribución del producto durante este tiempo (13).

La Figura 1 describe esquemáticamente la tecnología de las leches fermentadas de coágulo, batido y bebida.

COMENTARIOS FINALES

La diversidad de las leches fermentadas cuya característica común es la de obtenerse por la multiplicación de bacterias lácticas en una preparación de leche es extensa y dada su importancia como fuente de nutrientes constituyen alimentos funcionales de importancia terapéutica.

De las tecnologías de elaboración de las mismas, batido y de coágulo, la primera resulta la más eficiente por el empleo del intercambiador a placas estando constituidos la mayor parte de los cultivos utilizados por cepas de microorganismos que fundamentalmente actúan en simbiosis. Las variaciones particulares de factores entre los que se encuentran: la composición de la leche, la temperatura de inoculación, la flora láctica o microbiana distinta a la láctica inciden significativamente en las características propias de las distintas leches fermentadas.

Resultan entre los atributos de calidad de las leches fermentadas la textura y particularmente las propiedades de flujo consistencia y viscosidad el condicionar para que si no se alcanzan las características deseadas en el producto se propicie su aceptación o rechazo.

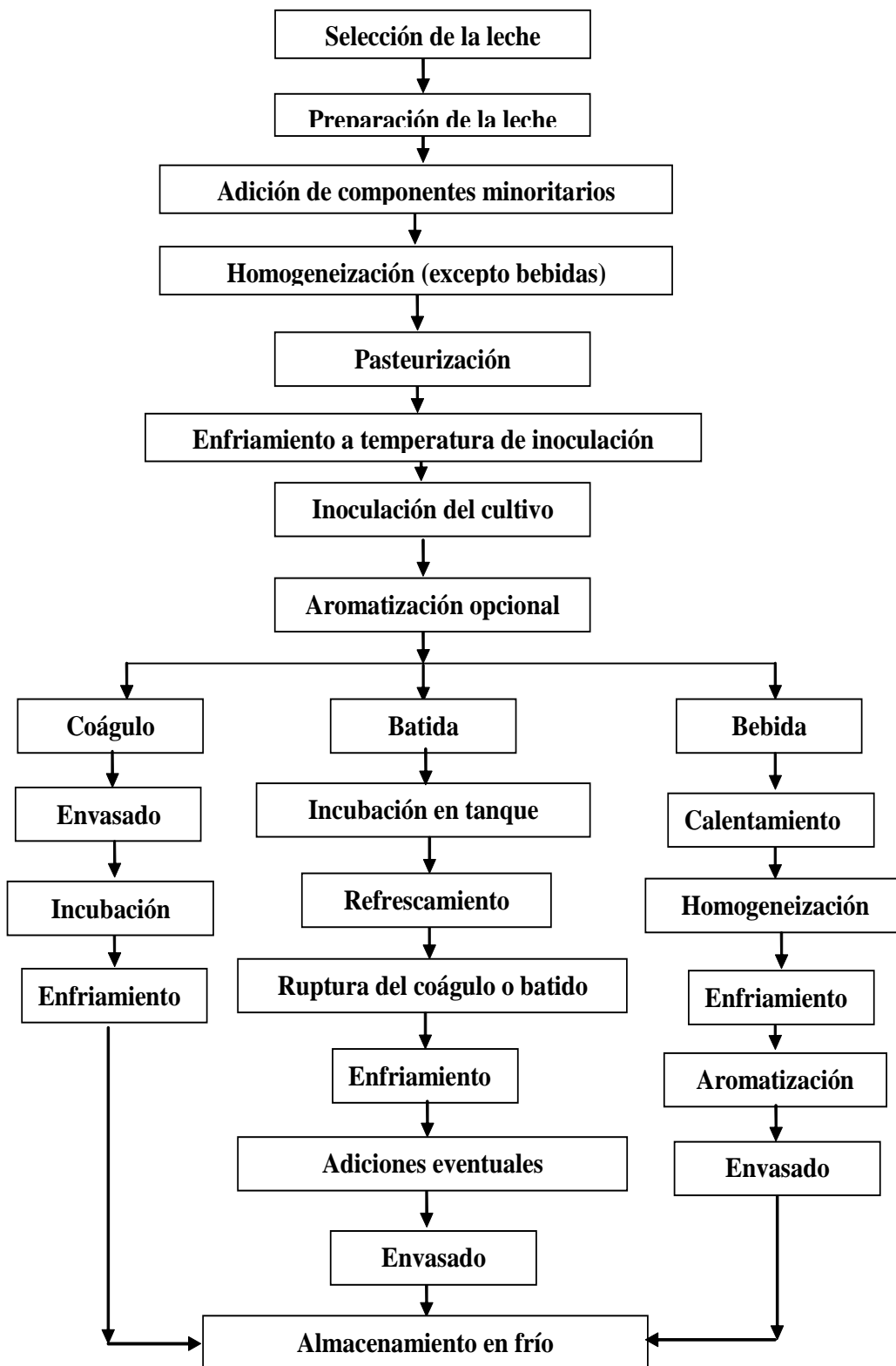


Fig. 1 Diagrama general de elaboración de los diferentes tipos de leches fermentadas.

REFERENCIAS

1. Pauletti, M.S.; Rozyck, S.; Sabbag, H. y Costa. *Cienc. Tecnol. Alim.* 4. (2): 90-94, 2003.
2. Tamime, A.Y. Yoghurt-latest development and bridging the link with industry. En: *International Dairy Symposium, "Recent developments in dairy science and technology"*, pp. 24 - 28 May, Isparta, Turkey, 2004.
3. Luquet, F.M. Leche y productos lácteos: vaca, oveja, cabra. Zaragoza, España, Editorial Acribia S.A., 2, 38 - 60, 1993.
4. Amiot, J. *Ciencia y Tecnología de la Leche: Principios y Aplicaciones*. Zaragoza, Acribia S.A., pp. 359 - 370, 1991.
5. FAO/OMS ALINORM 03-11. Informe del 25 Período de Servicios de la Comisión del Codex Alimentario sobre la leche y productos lácteos, Roma, 2003.
6. Tamime, A.Y. y Robinson, R.K. *Yoghurt Science and Technology*. England. Pergamon Press, pp. 90 - 152, 1985.
7. Alfa Laval. *Dairy Handbook. Cultured milk products*, pp. 177-190, 1990.
8. Díaz de la Vega, L. *Tecnología de la Leche y sus Derivados*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, pp. 205 - 227, 1991.
9. Martín, R.; Zabala, A.; Langa, S.; Fernández, A.; Reviriego, C.; Martín, M.L. y Rodríguez, J.M. Las bacterias lácticas como microorganismos probióticos (II). Seguridad de las bacterias lácticas probióticas. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 171, (2): 88 - 94, 2002.
10. R. Veisseyre. *Lactología Técnica*. Acribia, S.A., Zaragoza, pp. 230-236, 1991.
11. Tamime A. y Robinson, R. *Yogur: Ciencia y Tecnología*. 1era Edición. Acribia, S.A., Zaragoza, pp. 1 - 73, 1991.
12. Barreto, A.L.; Converti, A. y Nogueira. *Food Technol. Biotechnol.* 44, (4): 515 - 518, 2006.
13. Duarte, C. y Hickman, S. B. *CEPPA, Curitiba*, 25, (2): 247 - 256, 2007.
14. Laza. *Operaciones unitarias*. Vol. 1. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1989.
15. Tamime, A.Y. y Robinson, R.K. *Yoghurt Science and Technology* (2nd ed.). Woolhead Publishing Limited: Cambridge, England, p. 619, 1999.
16. Santana, T. Influencia de factores tecnológicos sobre la consistencia de una leche fermentada batida. *Master en Ingeniería Alimentaria, ISPJAE, La Habana*, 2009.
17. De Hombre, R. *Caracterización reológica del yogur y métodos para el control industrial de la consistencia en Cuba*. Tesis doctoral, ISPJAE, La Habana, 1984.
18. Fellows, P. *Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios y Prácticas*. Zaragoza, Acribia S.A., pp. 245 - 260, 1994.
19. Steenbergen, A.E. *Officieel Orgaan FNZ*, p 63, p 279. 1971.