

ELABORACIÓN DE YOGUR MEDIANTE CALENTAMIENTO SOLAR

M. Pontin, A. Lema, J. Morsetto, P. Galimberti

Universidad Nacional de Río Cuarto – Facultad de Ingeniería

Ruta Nacional 36 Km 601, (5800) Río Cuarto – Córdoba, Argentina

Tel. +54 (358)467 6488 – Fax +54 (358)467 6246. e-mail: mpontin@ing.unrc.edu.ar

RESUMEN: Este trabajo describe la obtención artesanal de yogur natural utilizando la radiación solar como fuente de calor. El proceso de producción, tanto la esterilización de la leche como la fermentación, se realizó utilizando un horno solar. Se obtuvo un producto de buenas características tanto físicas como organolépticas. Los atributos del yogur obtenido se midieron mediante pruebas sensoriales basadas en escalas hedónicas.

Palabras clave: Yogur natural, horno solar, yogur artesanal.

INTRODUCCIÓN

La fabricación de yogur artesanal para abastecer a mercados locales es una actividad sustentable y competitiva, capaz de generar ocupación para cooperativas y grupos familiares. En este intersticio económico la iniciativa resulta altamente rentable, aún cuando se emplee leche comercial en la elaboración.

Detrás de cada pote de yogur se esconde un encarecimiento innecesario de un producto fácil de fabricar en forma doméstica. La producción centralizada de algunas mercancías tienen costos que podrían reducirse mediante su producción local. La leche y otros ingredientes necesarios para la fabricación del yogur pueden conseguirse y/o elaborarse en el ámbito local, y la utilización de recipientes de vidrio hace que se puedan reutilizar, reduciendo además de este modo el impacto medioambiental.

La producción de yogur de manera eficiente a pequeña escala no sólo es competitiva, sino que presenta, además, una amplia gama de beneficios sociales. Es una actividad accesible a un amplio sector de la población y la producción artesanal de yogur, a diferencia de otras actividades, no genera dependencia de terceros, tales como proveedores de alimentos e intermediarios en la comercialización. Representa un ingreso diario en efectivo. Prácticamente ninguna otra actividad agropecuaria en pequeña escala tiene un flujo de efectivo tan dinámico que permita a las familias productoras cubrir sus gastos cotidianos y proyectar inversiones.

En los países en vías de desarrollo el procesamiento de productos lácteos en unidades familiares es de poco volumen. Los productores rurales tienen pocas posibilidades de contar con un equipamiento óptimo y controles rigurosos de sanidad e higiene. A pesar de estas limitaciones, es posible utilizar técnicas y procesos que, teniendo en consideración las condiciones existentes, han derivado en productos seguros y de calidad aceptable.

El yogur es un fermentado de la leche con un alto contenido de bacterias, consumido desde la antigüedad. Por siglos, la gente ha hecho yogur como una técnica simple de conservación de alimentos. El yogur contiene bacterias fermentativas que emplean la lactosa (azúcar natural de la leche) como fuente de energía y producen ácido láctico que ayudan a evitar que la leche se estropee, conjuntamente con un cambio agradable tanto en su textura como sabor y aroma. Apto como alimento en sí mismo y que se puede utilizar en recetas.

Las distintas variedades de yogur que existen en el mundo son consecuencia del tipo de leche empleada para su elaboración (de vaca, cabra, oveja, yegua, etc.), también varían con el tipo de alimentación del animal y con la especie de bacteria utilizada para la fermentación. Las más ampliamente utilizadas son el *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*. Estas bacterias son responsables de la acidificación del medio, las propiedades organolépticas y el desarrollo de la textura adecuada (Robinson, 1987).

Una vez que la leche es inoculada con los bacilos del yogur, la fermentación producirá una población masiva de microorganismos, y esta dejará de ser leche para convertirse en otra cosa totalmente diferente. Cuando las bacterias se multiplican, los azúcares desaparecen o disminuyen notablemente, aparece dióxido de carbono y ácido láctico, los cuales modifican notablemente el pH, llegando hasta la acidez, la cual además de su efecto antibiótico, coagula las proteínas, siendo esta una predigestión que las hace más asimilables y menos pesada. El transformar la lactosa en ácido láctico le otorgan el don de ser fácilmente digerible aunque la persona presente un déficit parcial o casi total de lactosa.

Los fermentos del yogur, requieren para su crecimiento, el consumo de carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales, los cuales no desaparecen, sino que se transforman en proteínas, grasas, vitaminas y minerales bacterianos, con un efecto global en el que disminuyen los contenidos de azúcares y grasas pero aumentan las proteínas, vitaminas y enzimas,

convirtiéndose en un alimento enriquecido (Kroger y Kurmann, 1989).

Investigaciones científicas (Tamime, 2006) han demostrado que las bacterias del yogur sintetizan vitaminas del complejo B y la vitamina K. Después del huevo, el yogur es el alimento con la proporción de aminoácidos más equilibrada con relación a los requerimientos de nuestro cuerpo. Aunque es pobre en hierro y vitamina C, resulta ideal para sustituir alimentos ricos en calorías en las dietas para adelgazar pues contiene apenas 45 Kcal. por 100 gramos (Gurr, 1997). El yogur contiene lactosa, que favorece la asimilación de calcio, siendo además, una importante fuente de este mineral: un pote de 200 gramos contiene unos 300 mg de calcio, aproximadamente la mitad de las necesidades cotidianas de calcio y proteínas de un adulto. Además del calcio, el yogur es rico en otras sales minerales como fósforo, zinc, yodo, magnesio y potasio (Hoft y Janick, 1975).

El yogur es un alimento vivo (contiene alrededor de 100 millones de bacterias por gramo). Dado que el bacilo del yogur permanece activo aún después de haber pasado los intestinos, estos inhiben la reproducción de gérmenes patógenos, como los Bacteroides, los Clostridios o la Escherichia Coli (Tamime y Robinson, 1991; Hoft y Janick, 1975), produciendo una acción antibiótica. Para que estos organismos patógenos se desarrollen, deben contar con un medio favorable y no contar con un competidor. El consumo de nutrientes por parte de los lactobacilos y el ácido láctico producido por ellos evitan el establecimiento de poblaciones de bacterias nocivas por competencia. Cuando consumimos yogur, estamos cambiando las condiciones ideales para la reproducción de las bacterias patógenas, presentándoles una población de bacterias competidoras tan grande que su propia población descenderá rápidamente hasta desaparecer por simple competencia por el espacio o alimento.

Así, una alimentación con un aporte regular de yogur regula la flora intestinal y ejerce una natural acción de protección contra infecciones intestinales (García Garibay, 2000). Ambos se comportan como un equipo natural muy bien complementado; mientras el Lactobacillus Bulgaricus es el principal responsable de la acidez del yogur, el Streptococcus Thermophilus le proporciona su aroma y textura inconfundibles. Estos fermentos resisten el frío, por lo que la conservación del yogur debe ser siempre a baja temperatura.

El objetivo de este trabajo es obtener yogur natural mediante un proceso sencillo y ecológico, para lo cual el calentamiento necesario para su producción se consigue por medio de un horno solar, y para evitar el consumo de materiales plásticos, se utilizan recipientes de vidrio. La preparación de yogur con esta metodología reduce contaminantes, como son las emisiones de CO₂ procedentes del proceso tecnológico de elaboración y los recipientes de plástico. Además, se obtiene un producto fresco, con ahorro de dinero en lo referente a la disminución de intermediarios, cadena de frío más corta, etc.

El horno solar es una alternativa para disminuir el uso de hidrocarburos que sueltan gran cantidad de contaminantes y dañan la capa de ozono. Es de bajo costo, los materiales son muy sencillos de obtener y es muy eficaz pues con una buena tecnología aplicada, buena elaboración y condiciones de uso, llega a tener muy buena eficiencia.

El horno solar o cocina de acumulación, es un recinto aislado térmicamente por todas partes, menos por la cara orientada hacia el sol. Esta se encuentra cubierta con un material transparente a la radiación solar, por lo general vidrio o plástico, nos permite recibir la energía radiante solar y almacenarla en su interior gracias al efecto invernadero. El recipiente se sitúa en su interior. El funcionamiento del horno solar, no es nada complejo y dependiendo del diseño y de los materiales utilizados puede alcanzar en su interior temperaturas superiores a los 100 °C. La carga térmica en la fabricación del yogur, debe ser suficiente para que la leche alcance 85 – 90 °C y que pueda mantener una temperatura de 40 – 45 °C durante 2 horas aproximadamente. Esta demanda no representa mucha exigencia térmica para un horno solar o un horno solar con alta eficiencia, de modo que lo hacen perfectamente apto para la producción de yogur (García González, 2002, Walstra y Geurts, 2001).

Aunque el calcio y la riboflavina presentes en la leche son relativamente estables al calor y resisten por lo tanto los procesos térmicos involucrados en la producción de yogur, las vitaminas A, B₂, C, D, y E y aminoácidos se degradan gradualmente cuando la leche se expone a la luz. La riboflavina (vitamina B₂) es especialmente sensible. Estudios han revelado que los niveles de vitamina A pueden caer hasta un 32% cuando la leche es expuesta a la luz en apenas unas horas. Otros estudios han encontrado que el hasta 85% de la riboflavina se pierde bajo condiciones similares. Además, la exposición a la luz también oxida las grasas disminuyendo y modificando su sabor (Early, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

Para la elaboración de yogur natural, se utilizó como materia prima:

- Leche entera
- Leche en polvo descremada
- Fermentos lácticos contenidos en el yogur

Las materias primas deben ser de buena calidad. Ello significa trabajar con leche extraída de animales saludables, fresca, pura, limpia, pasteurizada y enfriada, manteniendo estrictas normas de higiene, ya sea adquirida en los comercios o no. La leche debe estar libre de olores y contaminantes que podrían afectar la calidad del producto final.

Proceso de elaboración

El proceso tecnológico de la elaboración del yogur base o natural en un horno solar, es sencillo y a los fines de obtener un yogur de buenas características, se recomienda seguir los siguientes pasos que se detalla a continuación:

Calentamiento de la leche: Se coloca la leche en un recipiente adecuado y se introduce en el horno solar, de modo de iniciar su calentamiento. A los fines de reducir el tiempo de calentamiento y evitar un mayor desarrollo de bacterias presentes naturalmente en la leche pasteurizada, es recomendable que el horno haya estado previamente expuesto al sol, un tiempo suficiente para alcanzar su máxima temperatura.

Este calentamiento, es un proceso más energético que el de pasteurización. Este paso es necesario y tiene como objetivo destruir cualquier bacteria indeseable presente en la leche que pudiera interferir durante la fermentación y acarrear un producto con un aroma y sabor no deseado.

El calentamiento de la leche se realiza hasta que la leche alcance los 90 °C. Este control se realiza mediante un termómetro o con registradores de temperaturas. Como en este paso la cocina tiene la cubierta expuesta a la radiación solar para que gane la temperatura adecuada de esterilización; la olla deberá estar tapada para evitar el efecto nocivo de la radiación sobre los nutrientes (pérdida) debido a la radiación. Figuras 1 y 2.

Al mismo tiempo que se incorpora la olla con la leche, se coloca dentro de la cocina el recipiente para el baño María. De esta manera el agua irá aumentando su temperatura junto con la de la leche y estará lista al momento de la incubación. Figura 3.

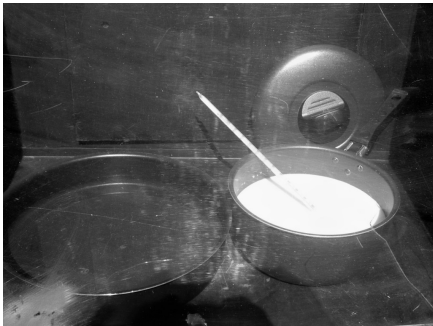


Figura 1: Preparación para la esterilización. Incorporación de la olla con la leche y el recipiente para baño María.



Figura 2: Olla tapada para evitar la radiación sobre la leche.



Figura 3: Vista del horno durante el proceso de esterilización.

Enfriamiento: Cuando la leche alcanza los 90 °C se retira de la cocina y se enfría hasta los 45° C colocando el recipiente en un baño de agua fría.

Inoculación de fermentos: Una vez que la leche alcanza la temperatura de 45 °C se le agrega el cultivo, que consiste en un pote de yogur entero (200 g) por litro de leche, y leche descremada en polvo (10 g) para aumentar el contenido de sólidos y dar un yogur con más cuerpo, revolviendo hasta lograr una mezcla homogénea.

Llenado de los potes: Previo a colocar los frascos en el baño, se cubre la cubierta de la cocina ya que en la fermentación se requieren temperaturas más bajas. Luego se llenan los frascos de vidrio, perfectamente limpios y secos, y se colocan, sin perder tiempo dentro de la bandeja con agua que se encuentra a la misma temperatura del yogur. Figuras 4 y 5.



Figura 4: Imagen de los frascos en el baño María.

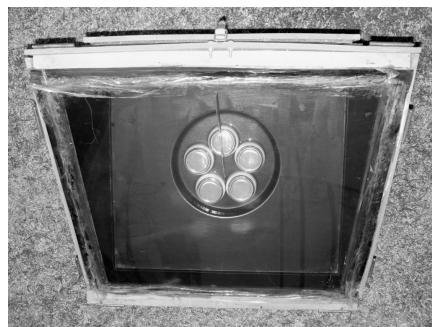


Figura 5: Imagen de los frascos en el horno previo a cubrir la cubierta.

Fermentación: Este proceso requiere unas 2 horas. En ese lapso se produce el desarrollo de los lactobacilos, y por las reacciones microbianas, la transformación de la leche en yogur. Es importante que durante el tiempo de fermentación la temperatura se mantenga constante entre 42 y 45 °C que es la temperatura óptima para el desarrollo de los microorganismos, y necesaria para lograr un producto de buen sabor y textura en el menor tiempo. Si la temperatura alcanzase a los 49 °C el cultivo morirá y si baja hasta 35 °C, cesará su actividad, obteniéndose un producto no deseado.

Refrigeración: El próximo paso es retirar los frascos del horno solar y colocarlos en el interior de la heladera durante 12 - 24 horas. En este tiempo el yogur terminará de desarrollar su aroma y sabor característico y está listo para el consumo. Figuras 5 y 6.



Figura 5: Imagen del producto listo para consumir.



Figura 6: Consistencia del yogur obtenido.

RESULTADOS

La evaluación sensorial del producto obtenido se realizó con el empleo de escalas hedónicas, con la participación de 30 catadores no entrenados. Esta, Permite conocer cómo es de apreciada una muestra para los consumidores, no obstante, que un alimento guste, no nos garantiza que el catador vaya a consumirlo, el deseo de acceder a un producto no sólo depende de la impresión agradable o desagradable. Los atributos evaluados fueron olor, sabor, textura, acidez y aceptabilidad, y las pruebas se realizaron con muestras refrigeradas durante 1 día.

Olor

Los valores fluctuaron entre 1 y 4. El 25% de las evaluaciones catalogaron al olor con un puntaje de 4, que en la escala hedónica corresponde a “no tiene – no se siente”. El 38% de los datos registrados dieron una evaluación de 3, lo que significa un olor “ligero – apenas perceptible”. Una calificación de 2 se dio en el 32% de los casos, lo que corresponde a un olor “normal – típico agradable”. Por último, con una evaluación de 1 se presentaron solamente un 5%, valor que en la escala hedónica significa olor “intenso – típico – agradable”. Puede apreciarse que las evaluaciones en su mayoría se encuentran entre 2 y 3 (70%), niveles hedónicos aceptables para el atributo analizado.

Acidez

En esta evaluación, el 1.5% de los participantes calificaron al producto como “falta acidez”, el 20% dijeron que la acidez era “suficiente”, el 52% mencionó que el atributo era “normal característico”, es decir, que los catadores consideraron que la acidez era la adecuada para este proceso de fermentación. Se registraron también un 25% que indica que el producto es “medianamente ácido”, y solo un 1.5% que consideró al producto como “muy ácido – desagradable”. Puede apreciarse que en este atributo existen los dos extremos de la escala en porcentajes mínimos, mientras la mayoría de las calificaciones se encuentran en 2 y 4. Este sesgo se da principalmente a la falta de entrenamiento de los catadores.

Consistencia

Ninguno de los participantes evaluó a esta característica sensorial como de “defectuosa densidad”, es decir, con una calificación de 4. Por otro lado, un 17% dijo que el producto tenía una textura a la que le “falta densidad”, o lo que es lo mismo le asignaron al atributo un valor de 3. Una calificación de 2 se registró en un 70%, lo que en la escala hedónica corresponde a “suficientemente denso”. Por último existe un 13% de los casos donde los catadores asignaron el valor de 1, y calificaron a la textura como “muy denso”. Así, el mayor porcentaje se ubica en el nivel 2 lo que da una idea que el producto tiene una textura adecuada, según la percepción de los catadores.

Sabor

El 10% de los casos calificaron al producto con un 4, esto corresponde a un sabor que “no se siente”. Con un valor de 3, se reportaron el 55% de las lecturas, es decir que se evaluó al sabor como “ligero – apenas perceptible”, debido a que las muestras no fueron saborizadas. El valor 2 en la escala hedónica obtuvo el 30%, lo que corresponde a “poco pronunciado” y por último con 1 se calificaron al 5% de los casos que representados en la escala respectiva, se entiende como un sabor “muy pronunciado”.

Aceptabilidad

No hubo ningún caso para la calificación que dice “desagrada mucho”. El 10% consideró que el producto “desagrada poco”. Con una evaluación de 3, el 38% de los casos consideró que el producto “no gusta ni disgusta”. El 52% de los valores de catación calificaron al producto como “gusta mucho”.

Además, se les pidió a los catadores que probaran muestras producidas en diferentes días e indicaran si notaban diferencias en los anteriores atributos entre unos y otros. En la gran mayoría de los casos (70%) los participantes no registraron diferencias apreciables, indicando que es posible reproducir fácilmente las condiciones de proceso y obtener un producto homogéneo en el tiempo.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales realizadas a muestras del yogur producido, el producto posee buenas propiedades organolépticas como lo son su olor, sabor, acidez, consistencia, y aceptabilidad por lo que es posible inferir que el desarrollo de pH y acidez es adecuado.

También se puede concluir de los resultados anteriores que posible la reproducibilidad del proceso. De esta manera se puede obtener un yogur con características similares en los diferentes días, fundamental en un producto a comercializar.

Podemos concluir que la producción de yogur utilizando la energía del sol y con tecnología sencilla y económica como la provista por un horno solar, es posible. Obteniendo un producto sano y de características adecuadas para su comercialización de una manera ecológica y sustentable.

REFERENCIAS

- Early R. (2000). Tecnología de los productos lácteos, 2ª edición, pp. 115-127. Editorial Acribia.
- García Garibay M. (2000). Leches fermentadas como vehículos de probióticos. Archivos de Investigación Pediátrica de México. Disponible: <http://www.medinet.net.mx/conapeme/revistas/Suplemento%20Nutricion/lechesfermentadas.htm>
- García González, J. (2002). La cocina solar. Un sistema de aprovechamiento directo de la energía solar para cocer los alimentos y para otras aplicaciones. Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, Vol. VII, nº 376. Disponible: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-376.htm>
- Gurr M. I. (1997). Nutritional Aspects of Fermented Milk Products. FEMS Microbiol Rev, 46. pp. 337-342.
- Hoft J. y Janick J. (1975). La leche en los alimentos, cuestiones de bromatología. Editorial Hermann Blume. pp 148-155
- Kroger M., Kurmann J. A., Basic J. L. (1989). Fermented milks past, present and future. Food Technology; 43:92-9.
- Tamime A. (2006). Fermented Milks . 1º edición, pp 53-75. ISBN: 9780632064588. Wiley - InterScience
- Tamime A. Y., Robinson R. K. (1991). Yogur: Ciencia y tecnología, 2ª edición, pp. 115-127. Editorial Acribia.
- Walstra, P. y Geurts, T. J. (2001). Ciencia de la leche y tecnología de los Productos Lácteos. 1º edición, 380-417. Editorial Acribia.
- Robinson R. K. (1987). Microbiología lactológica. Vol. 2. Zaragoza. Editorial Acribia.

ABSTRACT

This work describes the artisan obtaining of natural yogurt using solar radiation as the source of heat. The whole production process, the sterilization of milk as well as its fermentation, were made using a solar stove. A good physical and organoleptic characteristics product was obtained. Different yogurt attributes were measured by sensorial tests based on hedonic scales.

Keywords: Plain yogurt, solar stove, artisan yogurt.