

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UNA LECHE PROBIÓTICA FERMENTADA CON *Lactobacillus acidophilus*

## EVALUATION OF THE PHYSICOCHEMICAL AND SENSORIAL QUALITY OF A PROBIOTIC MILK FERMENTED WITH *Lactobacillus acidophilus*

Abraham Villegas de Gante<sup>\*</sup>; Nayelli Hernández-Espinosa; Arturo Hernández-Montes

Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México.

C. P. 56230, MÉXICO.

Correo-e: abecamus@gmail.com (\*Autor para correspondencia)

### RESUMEN

Se elaboró una leche fermentada probiótica con *Lactobacillus acidophilus*, bacteria ácido láctica (BAL) que se implanta en el tracto gastrointestinal del humano y beneficia su salud. La cinética de fermentación de la leche acidófila fue comparada contra la del yogur; las curvas correspondientes se construyeron evaluando pH y acidez titulable. Para conocer la calidad sensorial de estas dos leches fermentadas y su diferencia, se realizó una prueba de diferencia de control y se determinó un perfil sensorial; para este último se entrenó a ocho personas y se evaluaron nueve atributos característicos de los productos. Por último, se efectuó una prueba de aceptación de la leche acidófila entre posibles consumidores. Los resultados indicaron que, por tiempo de fermentación, la leche acidófila sigue una cinética de acidificación distinta a la del yogur, más prolongada. Sensorialmente ambos productos (sin edulcorar) no presentaron diferencias significativas en su calidad total. Saborizada, la leche acidófila obtuvo la mayor aceptación.

**Palabras clave adicionales:** leche, fermentada, acidófila, sensorial.

### ABSTRACT

A probiotic fermented milk containing *Lactobacillus acidophilus*, a lactic acid bacterium which can be implanted in the gastrointestinal tract, was produced. The lactic fermentation kinetic of the acidophilus milk was compared with that of the yoghurt; the corresponding curves were drawn evaluating pH and titratable acidity. To know the sensorial quality of both fermented milks and their difference, a control difference test and a sensorial profile were performed; to do this, eight people were trained to evaluate nine attributes of these milks. In addition, an acceptance test with potential consumers was performed. The results showed that the acidophilus milk followed a different kinetic from that of the yoghurt with respect to the processing time. Sensorially, both plain products (without sweetener) did not have any significant differences. Acidophilus milk was better accepted.

**Additional key words:** milk, fermented, acidophilus, sensorial.

## INTRODUCCIÓN

Para todas las edades y todo tipo de personas, una de las leches fermentadas más conocidas y consumidas es el yogur. La gente lo prefiere por las diferentes opciones de uso (en postres, ensaladas, entremeses y comidas), o simplemente para consumirlo solo. La preferencia del yogur entre los consumidores ha provocado una investigación exhaustiva de esta leche fermentada, resultando una gran variedad de opciones de acuerdo a las necesidades, gustos y preferencias del consumidor. Recientemente se han desarrollado tipos de productos más competitivos y atractivos: los probióticos. El yogur, además de ser fermentado por su microbiota normal, es acompañado por diferentes tipos de microorganismos que reciben el nombre de bacterias probióticas, que le confieren mayor valor agregado; los consumidores los prefieren por ayudar a controlar y prevenir desórdenes digestivos.

Una bacteria probiótica que no es usada con tanta frecuencia es *Lactobacillus acidophilus*; generalmente este microorganismo sólo se usa como acompañante o microbiota secundaria. Sin embargo, en varios países se le emplea en algunas bebidas lácteas fermentadas donde cumple con la función de microbiota primaria. En México, *Lactobacillus acidophilus* no es utilizado como microbiota primaria, debido posiblemente a la cultura de consumo de la mayoría de la población que acepta los productos lácteos, o a la acidez tan alta producida por esta bacteria durante la fermentación, que no es del gusto de los consumidores.

Kosikowskii (1982) menciona que la fermentación fue definida por Gale como “el proceso anaeróbico llevado a cabo por el desdoblamiento de los carbohidratos”. Sin embargo, también se entiende por *fermentación* al proceso aeróbico o anaeróbico de los microorganismos por el cual se llevan a cabo cambios fisicoquímicos específicos en un sustrato orgánico. El sustrato puede estar constituido por carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y grasas.

Los carbohidratos son las sustancias comúnmente fermentadas. En la leche, la lactosa es hidrolizada en galactosa y glucosa. Luego, cada uno de estos monosacáridos es prontamente fermentado. De la glucosa se derivan tanto productos reducidos como oxidados, que son requerimientos necesarios para estas reacciones. La galactosa generalmente es convertida en una glucosa, comenzando esta última a metabolizarse mediante la glicólisis.

Un producto de la fermentación es el ácido láctico, generado por bacterias homofermentativas, como *Streptococcus* y *Lactobacillus*. El láctico es uno de los ácidos orgánicos más importantes en la leche y es requerido en muchos productos. Su generación ocurre en un rango de temperaturas de 10 a 50 °C. El ácido láctico no es volátil y solamente alrededor del 5 % se convierte en vapor. Es inodoro e incoloro; es un líquido ligeramente viscoso y miscible en agua, alcohol y éter en todas las proporciones (Tamine y Robinson, 1991).

Sin embargo, existe una clase de bacterias llamadas bacterias ácido lácticas (BAL), las cuales han sido empleadas para fermentar alimentos en los últimos 4,000 años. Son organismos unicelulares (procariotes) que se reproducen por fisión binaria; esto es, forman células hijas que son réplicas exactas; su reproducción es rápida (30-90 min) en condiciones óptimas. Las BAL constituyen un grupo diverso, pero son clasificadas juntas con base en los productos finales que generan (Saloff-Coste, 1994).

La importancia de estas BAL radica en que gracias a ellas pueden obtenerse leches fermentadas, pues son las encargadas de realizar la fermentación láctica. Individualmente se comercializan como cultivos iniciadores (*starters*); estas bacterias producen ácido láctico principalmente, pero también otros metabolitos (dióxido de carbono y etanol, entre otros), dependiendo de su naturaleza. El Cuadro 1 muestra las BAL más conocidas, de acuerdo con su género y especie.

Además, la textura de las leches fermentadas se debe principalmente a la producción de ácido láctico producido por las BAL. El ácido láctico también imparte un sabor y aroma característicos. La fermentación de las BAL incorpora beneficios nutricionales a la leche, particularmente en la reducción de los síntomas de intolerancia a la lactosa (Robinson, 1989).

La Federación Internacional de Lechería (*The International Dairy Federation*) define a la leche fermentada como: leche cruda de vaca, cabra, oveja o búfala, que se procesa bajo ciertas condiciones, logrando un proceso de fermentación por medio de microorganismos específicos. No se tiene el nombre exacto de cada leche fermentada que se elabora a través del mundo, ya que para muchas de éstas no está bien definido, pero es probable que existan cientos de ellas (Tamine y Robinson, 1991).

CUADRO 1. Clasificación de las principales bacterias ácido lácticas (BAL).

| Género               | Especie                                       | Género                 | Especie   |
|----------------------|---|------------------------|---|
| Streptococcus        | <i>S. salivarius</i> ssp. <i>themophilus</i>  | <i>Lactococcus</i>     | <i>Lc. lactis</i> ssp. <i>lactis</i>                              |
|                      | <i>Lb. delbrüeckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> |                        | <i>Lc. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>                            |
|                      | <i>Lb. helveticus</i>                         |                        | <i>Lc. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> |
|                      | <i>Lb. delbrüeckii</i> ssp. <i>lactis</i>     |                        | <i>B. breve</i>   |
|                      | <i>Lb. acidophilus</i>                        |                        | <i>B. bifidum</i>   |
| <i>Lactobacillus</i> | <i>Lb. casei</i> ssp. <i>casei</i>            | <i>Bifidobacterium</i> | <i>B. longum</i>  |
|                      | <i>Lb. kefir</i>                              |                        | <i>B. infantis</i>  |
| <i>Pediococcus</i>   | <i>P. acidilactici</i>                        | <i>Leuconostoc</i>     | <i>Ln. cremoris</i>   |
|                      |   |                        | <i>Ln. dextranicum</i>  |
|                      |   |                        | <i>Ln. lactis</i>   |

Fuente: Saloff-Coste (1994).

Las leches fermentadas reciben este nombre debido a que en su elaboración ocurre una fermentación con la ayuda de bacterias lácticas específicas llamadas BAL, y otras veces con levaduras específicas o microorganismos que emplean como sustrato principal a la lactosa de la leche. El denominador común de estas leches es la producción de ácido láctico durante la fermentación, y en algunos casos alcohol etílico y dióxido de carbono.

El yogur es la leche fermentada más conocida, y posiblemente la más importante que se consume y se fabrica mundialmente; es un derivado lácteo gelificado y ácido, con componentes aromáticos típicos que se obtienen por fermentación de la leche con microorganismos acidificantes (Primo, 1998). La flora responsable de la fermentación del yogur es *Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius spp. thermophilus*, entre estos microorganismos se establece una simbiosis durante su crecimiento.

Actualmente al yogur, además de ser una leche fermentada, se le han adicionado microorganismos específicos probióticos, mediante los cuales obtiene más valor agregado y brinda mayores beneficios a los consumidores.

La palabra *probiótico* significa por (a favor de) la vida, y se define como un microorganismo vivo, el cual, tras su ingestión en cierto número, ejerce beneficios en la salud del consumidor, más allá de los aspectos nutricionales básicos (Danone, 1999). También es definido como un alimento que contiene microorganismos vivos que mejoran de forma activa la salud de los consumidores, perfeccionando el balance de la microbiota del intestino al ser ingeridos vivos en cantidad suficiente (Sanders, 1999). Los productos que contienen probióticos actualmente son comunes en Japón y Europa. En Estados Unidos, los probióticos están recibiendo atención como ingredientes saludables en las industrias de alimentos, por un incremento en la conciencia del consumidor respecto de los productos saludables.

Para que un producto pueda considerarse probiótico, debe contener al menos  $10^6$  ufc·mL<sup>-1</sup> del probiótico al momento del consumo (Vinderola *et al.*, 2000). La evidencia científica muestra que si se ingieren estas bacterias probióticas en cantidades altas ( $10^9$ - $10^{10}$  ufc·mL<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup>) se puede disminuir la incidencia, duración y severidad de algunas de las enfermedades intestinales (Sanders, 1999).

Cabe destacar que los microorganismos probióticos forman parte del grupo de las bacterias ácido-lácticas, y por tanto generan los mismos beneficios que se derivan de la fermentación láctica. El Cuadro 2 muestra los beneficios para el humano al consumir alimentos que contienen microorganismos considerados como probióticos.

La idea de que existían bacterias benéficas para el aparato digestivo tuvo su origen a principios del siglo XX con las observaciones del científico ruso Elie Metchnikoff –premio Nobel de medicina– publicadas en una serie de ensayos titulados “La prolongación de la vida. Estudios optimistas”, en los que señalaba

## CUADRO 2. Efectos benéficos de los microorganismos probióticos

---

|   |
|---|
| Incrementan el valor nutricional (mejor digestibilidad y aumento en la absorción de vitaminas y minerales). |
| Mejoran la digestión de la lactosa en el intestino.   |
| Influyen positivamente en la flora intestinal.  |
| Previenen infecciones en el tracto digestivo (por bacterias o virus).                                       |
| Regulan la movilidad intestinal.  |
| Mejoran sistema inmunológico.   |
| Previenen el cáncer de colon (sic).   |
| Previenen la aterosclerosis (reducción del colesterol).   |
| Previenen la osteoporosis.  |
| Reducen los catabolitos eliminados por el riñón e hígado.   |

---

Fuente: Danone (1999).

que los habitantes de algunas regiones rurales de Bulgaria, que consumían yogur diariamente, poseían una longevidad mayor que la del europeo promedio de aquella época. El Doctor Metchnikoff recomendó el consumo de yogur. Las observaciones de este científico pueden considerarse pioneras en el estudio de la microbiota intestinal, de las bacterias y sus efectos benéficos sobre la salud (Saxelin *et al.*, 1999).

Actualmente, existe una lista de microorganismos que han sido estudiados y comprobados como probióticos; entre ellos destaca el *Lactobacillus acidophilus*. En México, en un estudio de campo (Cruz, Com. Personal<sup>1</sup>) se hallaron disponibles en el mercado bacterias lácticas fermentadoras consideradas probióticas, como se muestra en el Cuadro 3. Pero de los seis productos registrados, la mayoría de amplia difusión comercial, solamente uno contenía *Lactobacillus acidophilus*. Esto constituye un indicador de la potencialidad de empleo de este microorganismo en el país.

Villegas *et al.* (2006) hicieron referencia a un estudio realizado por la Procuraduría Federal del Consumidor, en México, acerca de las bebidas lácteas fermentadas disponibles en la zona metropolitana de la Ciudad de México (Cuadro 4), y señalaron que nuevamente *Lactobacillus acidophilus* estaba ausente.

Por todo ello, el presente trabajo se realizó con los objetivos de evaluar la calidad fisicoquímica (pH y acidez) y sensorial de una leche probiótica fermentada solamente con *Lactobacillus acidophilus* (leche acidófila), determinar el patrón de acidificación del cultivo láctico durante la fermentación de la leche acidófila y comparar el perfil sensorial de la leche probiótica fermentada con *Lactobacillus acidophilus* contra el de la leche fermentada más conocida y consumida: el yogur.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo. La leche utilizada fue cruda, de granja, de la ordeña de la mañana. La cepa usada para yogur fue un cultivo liofilizado de inoculación directa, con número de cepa MY800, marca EZAL, el cual contenía *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactoba-*

<sup>1</sup> Cruz A. L. Ingeniero Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo.

**CUADRO 3. Bebidas lácteas fermentadas, con microflora probiótica disponibles en la Ciudad de México<sup>2</sup>.**

| Nombre del producto | Microflora  | Marca    | Tipo de producto         |
|---------------------|---|----------|--------------------------|
| LC1                 | <i>Lactobacillus johnsonii</i> (P)  | Nestlé   | Bebida láctea fermentada |
| Actimel             | <i>Lactobacillus casei</i> (P)  | Danone   | Bebida láctea fermentada |
| Bio4                | <i>Lactobacillus casei</i> (P) y cultivos lácticos (NE)   | La La    | Bebida láctea fermentada |
| AL - DIA            | <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i> (P) y <i>Lactobacillus bulgaricus</i> | AL - DIA | Bebida láctea fermentada |
| Activia             | <i>Lactobacillus casei</i> (P) y cultivos lácticos (NE)   | Danone   | Yogur para beber         |
| Yakult              | <i>Lactobacillus casei</i> (P) y cultivos lácticos (NE)   | Yakult   | Bebida láctea fermentada |

<sup>2</sup>Información captada en abril del 2004. P = Probiótico NE = No especifica en la etiqueta el tipo de cultivo láctico. (Cruz, Com. Personal).

**CUADRO 4. Resultado de los análisis realizados por la PROFECO a algunas bebidas lácteas fermentadas en la zona metropolitana en la Ciudad de México<sup>2</sup>.**

| Denominación               | Producto / Marca | Contenido de bacterias benéficas vivas  |
|----------------------------|------------------|---|
| Alimento lácteo fermentado | Activia - Danone | <i>Bifidobacterium bifidum essensis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> |
| Bebida láctea fermentada   | Activia - Danone | <i>Lactobacillus casei defensis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricus</i>                                 |
| Bebida láctea fermentada   | Bio4 - La La     | <i>Lactobacillus casei ssp. paracasei</i>   |
| Producto lácteo fermentado | Bonacult         | <i>Lactobacillus casei rhamnosus</i>  |
| Producto lácteo fermentado | Chamyto - Nestlé | <i>Lactobacillus johnsonii</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i>  |
| Alimento lácteo fermentado | LC1 - Nestlé     | <i>Lactobacillus johnsonii</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>  |
| Alimento lácteo fermentado | Soful - Yakult   | <i>Lactobacillus casei Shirota</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>  |
| Producto lácteo fermentado | Yakult           | <i>Lactobacillus sp.</i>  |

<sup>2</sup>Información condensada por los autores.  
Fuente: Profeco (2004).

*cillus delbrueckii ssp. bulgaricus*. La cepa para leche acidófila fue un cultivo liofilizado de inoculación directa, con cepa LAS, marca VIVOLAC, que contenía exclusivamente *Lactobacillus acidophilus*. Se tomó como base la información de Lang y Lang (1975) para la elaboración de leche acidófila. Para la elaboración del yogur se consideró como base a Tamine y Robinson (1991).

Para la comparación de cinéticas de acidificación, se realizaron cuatro pruebas (leche acidófila y yogur) siguiendo el mismo procedimiento, de las cuales se obtuvo un promedio para representarlo en °Dornic. La prueba de diferencia de control, para saber “qué tanto” eran diferentes entre sí las dos leches fermentadas, se realizó con la ayuda de 30 panelistas (15 mujeres y 15 hombres) no entrenados, quienes juzgaron si existía diferencia o no entre las dos muestras. En cada evaluación se utilizaron dos pares de muestras. Entre ellas, uno era tratamiento (leche acidófila) y el otro un control (yogur). La elaboración de un perfil sensorial mediante el análisis descriptivo cuantitativo (QDA) brindó una descripción completa de los productos y proveyó una base para la determinación de atributos sensoriales. Para esto, fue necesario escoger un panel de ocho personas que fueran consumidores frecuentes de bebidas lácteas. Al panel se le entrenó para evaluar atributos específicos correspondientes a las dos leches fermentadas. Una vez que el panel demostró estar preparado para evaluar cada uno de los atributos, se hizo la prueba final. Los datos resultantes fueron graficados en una “tela de araña” (nombre que recibe el tipo de gráfica), la cual permitió observar las diferencias entre las dos leches fermentadas para cada atributo evaluado.

Para la prueba de aceptación entre posibles consumidores se utilizó leche acidófila y yogur, ambos conteniendo base de fruta (zarzamora y durazno). Esta prueba se llevó a cabo a través de una encuesta entre los miembros de la comunidad universitaria de la Universidad Autónoma Chapingo, integrada por alumnos, profesores y trabajadores administrativos, con un tamaño de muestra de 59. Se entrevistó a quienes mostraron disponibilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cinética de acidificación

La Figura 1 presenta la cinética de acidificación de los cultivos lácticos correspondientes al yogur y leche acidófila a lo largo de la fermentación, la cual fue congruente con el reporte de Villegas *et al.* (2006). Se observa que *Lactobacillus acidophilus* alcanzó 71 °D en 8.5 h; en contraparte, el yogur llegó a los 72 °D en casi la mitad de tiempo (4 h).

*Lactobacillus acidophilus* presentó una fase lag, también llamada fase de adaptación, demasiado prolongada, de aproximadamente 5 h, mientras que *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, cultivos propios del yogur, presentaron una fase lag prácticamente nula. Esta fase lag del yogur se debió, posiblemente, a que los microorganismos tuvieron una pre-activación (por 1 h) antes de ser inoculados; además, la simbiosis existente entre los microorganismos del yogur es otro factor importante que provoca un crecimiento en la mitad

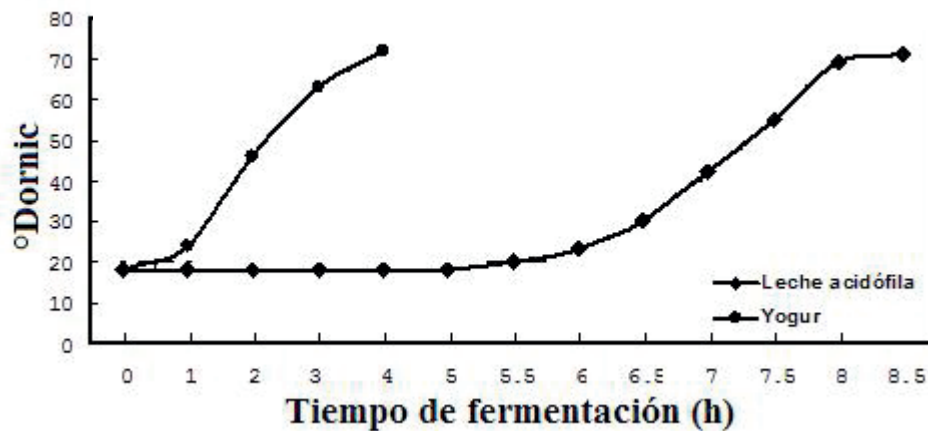


FIGURA 1. Cinética de acidificación de los cultivos lácticos.

de tiempo, en comparación con el crecimiento del *Lactobacillus acidophilus* sin microbiota acompañante.

La fase log o fase de desarrollo de la leche acidófila, tomó aproximadamente 3.5 h, lo que supone una fermentación en el mismo tiempo que el cultivo del yogur. Este crecimiento de los cultivos en el mismo tiempo se debió posiblemente a la similitud de desarrollo existente entre *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Sin embargo, no se debe olvidar que *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* se encuentra en una simbiosis mutualista con *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* durante la fermentación; pero aun trabajando en simbiosis, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* es capaz de obtener una fermentación muy parecida en tiempo con el *Lactobacillus acidophilus*.

#### Prueba de diferencia de control

Se empleó como control yogur blanco (sin edulcorar), que se contrastó con la leche acidófila, también natural. Para el análisis de varianza realizado con los datos obtenidos durante esta prueba, se utilizó el programa de cómputo SAS (SAS Institute, 1989). Los resultados indican que las dos leches fermentadas sí fueron sensorialmente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

Para comparación entre tratamientos se usó la prueba de medias de Dunnett, con  $\alpha = 0.05$ , la cual reveló que los tratamientos eran diferentes entre sí ( $P \leq 0.01$ ), con una diferencia entre medias de 5.53.

#### Perfil sensorial

La duración del entrenamiento del panel tuvo un tiempo aproximado de 28 h, durante el cual se les pidió reconocer cada atributo a través de las referencias (alimentos o sustancias con características muy próximas a las leches fermentadas) asignándoles un valor.

Las gráficas de componentes principales se hicieron en función de los ocho panelistas. Los datos fueron graficados de acuerdo a los que presentaron una mayor correlación. Para el caso

del eje X (*prin 1*), las variables de mayor correlación fueron ácido y acetaldehído, las cuales representaron el 20.86 %. Para el caso del eje Y (*prin 2*), las variables fueron dulzura y pegajosidad, representando un 18.98 %.

El panel demostró estar entrenado; trabajó aceptablemente como grupo, ya que al graficar sus resultados, éstos se encontraron dentro de una “nube” que apareció en el plano de los componentes principales. La Figura 2 presenta las diferencias entre las dos leches fermentadas para cada uno de los nueve atributos evaluados.

El yogur resultó ser más dulce que la leche acidófila, a pesar de que las dos leches fueron endulzadas a la misma concentración. Sin embargo, este resultado estuvo muy relacionado con el segundo atributo, la acidez, ya que la leche acidófila fue más ácida que el yogur, a pesar de que las dos leches presentaron prácticamente la misma acidez después de su elaboración (71 y 72 °D, respectivamente), pero la acidez se percibió con mayor fuerza en la leche acidófila, debido al microorganismo específico de esta leche y por las características desarrolladas dentro del producto.

Es importante mencionar que a pesar de la alta acidez presentada por la leche acidófila (71 °D), ésta fue muy bien aceptada en blanco (sin saborizar), aunque al adicionarle una base comercial de fruta, mejoró considerablemente.

Aroma a acetaldehído y diacetilo son dos atributos característicos no sólo de las leches fermentadas, sino también de los lácteos. Para realizar la prueba del acetaldehído se tomaron en cuenta las respuestas sensoriales del gusto y del olfato, resultando que la diferencia entre las dos leches era casi nula, pero hubo algunos panelistas que detectaron mínimas diferencias.

#### Prueba de aceptación

La población encuestada fue representada por 50 % de hombres y 50 % de mujeres cuyas edades fluctuaron entre los 15 y los 48 años. La edad promedio era de 24 años. Del total de los entrevistados, el 81.7 % estuvo representado por estudiantes, el 10 % por empleados, el 3.3 % por profesores y el 5 % por tesisistas.

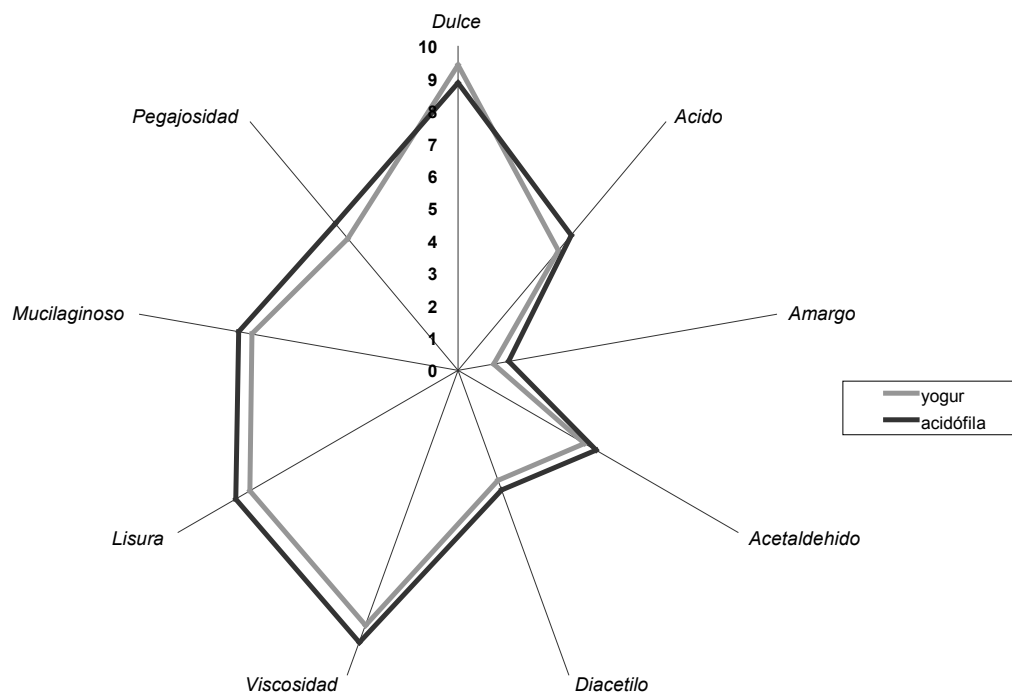


FIGURA 2. Comparación de diferencias entre nueve atributos de yogur y leche acidófila.

**Diferenciación del producto.** El 88.1 % de los encuestados logró diferenciar la leche probiótica del yogur, mientras que el 11.9 % expresó que no existía diferencia alguna entre las leches fermentadas. Sin embargo, este resultado tiene relación con el gusto por el producto, pues el mismo 88.1 % prefirió la leche probiótica al yogur.

**Características de la leche probiótica.** La evaluación de las características de la leche probiótica se basó en el empleo de una escala de seis categorías, a saber: excelente, muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo (Figura 3). Para el total de los

encuestados, la consistencia de la leche probiótica fue buena, el color se consideró bueno y muy bueno, y en el aroma se manifestó que el producto iba de bueno a excelente, al igual que el sabor.

## CONCLUSIONES

El *Lactobacillus acidophilus* tardó 8.5 h en alcanzar 71 °D; su curva de fermentación láctica presentó una fase de adaptación (lag) de aproximadamente 5 h. La fase log o fase de desarrollo se realizó en alrededor de 3.5 h a la temperatura de incubación de 36-38 °C. Los atributos que permitieron caracterizar mejor a

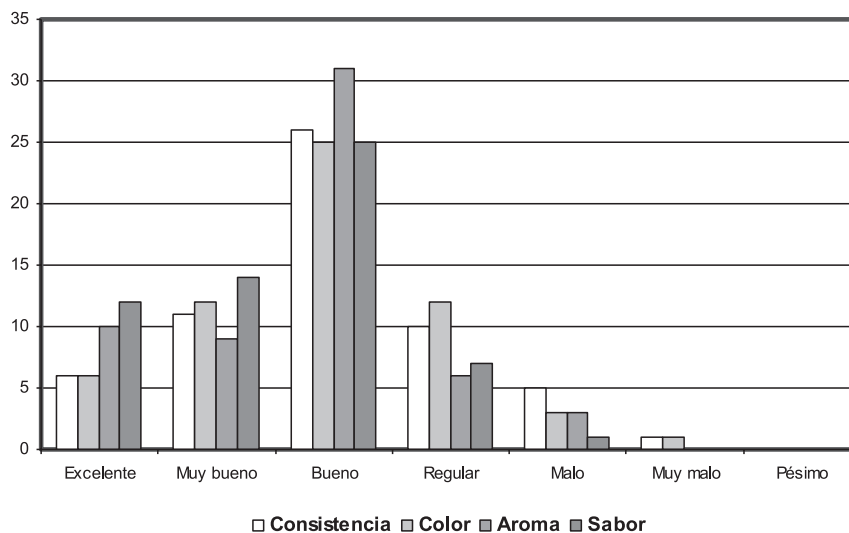


FIGURA 3. Características de la leche acidófila.

la leche acidófila fueron acidez, diacetilo y lisura. De la población encuestada para la prueba de aceptación, el 88 % prefirió la leche acidófila, aun siendo ésta comparada con la bebida más consumida en México: el yogur. Los atributos de consistencia, color, aroma y sabor de la leche acidófila fueron calificados como excelentes y buenos. Se demostró que, sensorialmente, entre el yogur y la leche acidófila no hay diferencias significativas. Sin embargo, la leche acidófila presentó atributos sensoriales específicos, como acidez y lisura, que permiten hacer más atractiva esta bebida.

### LITERATURA CITADA

- Danone. 1999. Immunity and probiotics. Nutrition and Health Collection: an initiative of the Danone Research Centers. Paris. 49 p.
- Kosikowski F. V. 1982. Cheese and Fermented Milk Foods. Department of Food Science, Cornell University. New York. U.S.A. 711p.
- Lang F.; Lang A. 1975. Acidophilus milk products: little known cultured milks of great potential. *Journal of Dairy Science and Technology* 77 (3): 14-16
- Primo Y. E. 1998. Química de los alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 683 p.
- Profeco. 2004. Bebidas lácteas fermentadas. Procuraduría Federal del Consumidor. Julio: 42-44.
- Robinson R. K. 1989. The microbiology of milk products. Vol. 2. Microbiología de los productos lácteos. Ed. Elsevier. England. 343 p.
- Saloff-Coste C. 1994. Lactic Acid Bacteria. World Newsletter. Danone. Issue 5. July. 15p.
- Sanders. 1999. Probiotics. *Food Technology* 53(11): 67-76.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT® User's Guide, Version 6, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 893 pp.
- Saxelin M.; Grenov B.; Svensson U.; Fondén R.; Reniero R.; Mattila-Sandholm T. 1999. The technology of probiotics. *Food Science and Technology* 10: 387-392.
- Tamime A. Y.; Robinson R. K. 1991. Yogur. Ciencia y Tecnología. Ed. Acribia. Zaragoza España. 353 p.
- Villegas G. A.; Hernández E. N.; Santiago V. O. 2006. La leche acidófila: revisión de un producto lácteo fermentado de gran potencialidad en México. *Carnilac Industrial. Alfa Editores Técnicos.* junio/julio/2006. pp: 10-18.
- Vinderola G. C.; Pros W.; Ghiberto D.; Reinheimer A. J. 2000. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinian cheese. *Journal of Dairy Science* 83: 1905-1911.

