

# Características fisicoquímicas y aceptabilidad general de un kefir de leche de vaca (*Bos taurus*) y de cabra (*Capra hircus*)

Physicochemical characteristics and general acceptability of a kefir made with milk of cow (*Bos taurus*) and milk of goat (*Capra hircus*)

Adelaida Medalid Pretell Marchena<sup>1</sup>, Elena Matilde Urraca Vergara<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se evaluaron las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de dos tipos de kefir, uno elaborado a base de leche de vaca y el otro a base de leche de cabra. Se aplicó el análisis de varianza para un nivel de confianza del 95%. No existieron diferencias significativas en cuanto al pH, porcentaje de alcohol, y porcentaje de ácido láctico pero si en lo referente a la viscosidad. Para evaluar la aceptabilidad general, se utilizó una escala hedónica de 9 puntos, con la cual el kefir elaborado con leche de cabra obtuvo una mayor puntuación (8 puntos), correspondiente a “Me gusta mucho”. La composición fisicoquímica de este kefir fue: pH: 4,48, alcohol: 0,056%, acidez titulable: 0,49% (ácido láctico) y viscosidad: 299,00 mPa.s. El kefir elaborado con leche de vaca obtuvo 6 puntos, correspondiente a “Me gusta poco”; en su composición físicoquímica, se obtuvieron los siguientes valores: pH: 4,46, alcohol: 0,056%, acidez titulable: 0,48% (ácido láctico) y viscosidad: 281,27 mPa. Con el análisis estadístico de Mann-Whitney se comprobó que existió diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre ambos tipos de kefir.

**Palabras clave:** Kefir, leche de cabra, pH, acidez, prueba de alcohol, viscosidad aparente.

## ABSTRACT

The characteristics and general acceptability of two kefir types were evaluated, one elaborated with cow milk and the other one with goat milk. A variance analysis was applied for a level of trust of 95%. Significant differences did not exist for pH, percentage of alcohol and percentage of lactic acid but no for viscosity. To evaluate the general acceptability, a hedonic scale of 9 points reported that the kefir elaborated with goat milk obtained a bigger punctuation (8 points), corresponding to “I like a lot”. The composition of this kefir was: pH: 4,48, alcohol: 0,056%, acidity tituable: 0,49% (lactic acid) and viscosity: 299,00 mPa.s. The kefir elaborated with cow milk reported a value average of 6 points, corresponding to “I like little”; regarding to its characteristics, the following values were obtained: pH: 4,46, alcohol: 0,056%, acidity tituable: 0,48% (lactic acid) and viscosity: 281,27 mPa. Significant difference between both kefir was determined with Mann-Whitney Statistical Analyses.

**Key words:** Kefir, milk of goat, pH, acidity, alcohol test, apparent viscosity.

<sup>1</sup> Ingeniera en Industrias Alimentarias. Egresada de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO).

<sup>2</sup> Ingeniera en Industrias Alimentarias. Maestra en Microbiología y Tecnología de Alimentos. Docente de la UPAO.

## INTRODUCCIÓN

Las leches fermentadas se ofrecen al público como productos saludables. Esta característica, bien conocida en el mundo científico, es debida a la acción de bacterias lácticas que se caracterizan, entre otras, porque toman su alimento del azúcar de la leche, la lactosa, produciendo inicialmente ácido láctico, responsable del sabor ácido de las leches fermentadas. Del mismo modo, son capaces de multiplicarse y mantenerse en el interior del intestino, actuando como protectores de la mucosa intestinal y facilitando el funcionamiento de este tramo del tubo digestivo, con la consiguiente mejora en la absorción de los nutrientes de los alimentos. Los microorganismos que constituyen la flora microbiana tienen gran influencia en muchas características bioquímicas, fisiológicas e inmunológicas del organismo; presentan, también, importancia médica, dado que los componentes de la flora normal pueden causar infecciones cuando se establecen en regiones distintas de la gastrointestinal (Mariño y otros, 2003). Actualmente los probióticos y prebióticos son agregados a algunas leches, bebidas lácteas y leches fermentadas; como el kefir y son vendidos exitosamente en muchas partes del mundo. Las actividades del mercado europeo, en materia de alimentos que contienen probióticos y/o prebióticos, han sido básicamente enfocadas hacia tres propuestas de salud: 1) mejoramiento general del tracto digestivo, 2) disminución del colesterol sanguíneo, y 3) mejoramiento de las defensas naturales del cuerpo. Adicionalmente existe gran entusiasmo por parte de los industriales para la producción de ingredientes funcionales como los probióticos, ya que dan un valor agregado a los alimentos (Requena y otros, 2005; Silva y Verdalet, 2003).

El kefir es uno de los productos lácteos acidificados más antiguos, es un alimento que aporta grandes beneficios desde el punto de vista nutricional como: incrementa el valor biológico de las proteínas de la leche, produce la síntesis de vitaminas del complejo B, y es una fuente importante de calcio, fósforo y potasio; es considerado un alimento funcional, es decir que, además de aportar los nutrientes recomendados, ejerce efectos beneficiosos sobre una o más funciones del organismo, reduciendo el riesgo de enfermedades. El kefir contiene microorganismos definidos y viables en grado suficiente para modificar la microflora de un

compartimiento del huésped, ejerciendo así un efecto beneficioso sobre la salud (Sanz y otros, 2003). El kefir es antiséptico, conservador, regenerativo y muy nutritivo, es un alimento de considerable contenido proteico (3 - 3,4 g/100g). A pesar de las ventajas nutritivas, y funcionales de este derivado lácteo, aun no se han realizado trabajos de investigación para producir kefir a nivel industrial, con el cumplimiento de los requisitos legales de inocuidad y componentes nutritivos (Roberfroid, 2002).

El kefir es una bebida láctea batida, cremosa, burbujeante y ácida, hecha a partir de leche fermentada con una mezcla compleja de bacterias (que incluye *lactobacilos*, *lactococos*, *leuconostoc* y *acetobacterias*) y de levaduras fermentadoras y no fermentadoras de la lactosa). Su contenido en ácido láctico es de 0,7 - 1,0%, aunque no suele sobrepasar el 0,5 % (Walstra y otros, 2001). Las cantidades pequeñas de CO<sub>2</sub>, alcohol y compuestos aromáticos producidos en los cultivos, le dan su característico sabor ácido y gaseoso (Duitschaever, 1988). Se han reportado muchos beneficios sobre la salud, recomendando su consumo para el tratamiento de la arteriosclerosis, las alergias, y desórdenes gastrointestinales (Zourari y Anifantakis, 1988). La diferencia entre el kefir y el yogur se encuentra en las cantidades pequeñas de CO<sub>2</sub>, de alcohol y de moléculas aromáticas que son producto de la fermentación dual de las bacterias y las levaduras (Komai y Nanno, 1992). En el Cuadro 1, se observa la composición fisicoquímica del kefir.

Cuadro 1  
COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DEL KEFIR

Componente	Contenido
pH	4,0 - 4,6
Materia grasa (g/100g)	Depende de la fuente de la leche (cabra, vaca, yegua) 3,5
Proteína (g/100g)	3,0 - 3,4
Lactosa (g/100g)	2,0 - 3,5
Ácido láctico (%)	0,6 - 1,0
Etanol (%)	0,5 - 2,0
CO <sub>2</sub>	0,08 - 0,2 % (p/p)

Fuente: Libudzisz y Piatkiewicz (1990).

Según Marshall y Cole (1985), las diferentes ventajas de consumir kefir son:

- Contiene fósforo, el segundo componente mineral más abundante en el cuerpo humano, ayuda a utilizar los carbohidratos, grasas y proteínas para el crecimiento, el mantenimiento y la energía de las células.
- Es rico en vitamina B<sub>12</sub>, B<sub>1</sub>, y vitamina K; es una fuente excelente de biotina, una vitamina del grupo B que ayuda a la asimilación del ácido fólico, el ácido pantoténico, y la vitamina B<sub>12</sub>.
- Favorece la digestión de la leche manteniendo su valor nutritivo, el resultado es la **mejora de la resistencia a las enfermedades** a partir de una flora intestinal beneficiosa. **Previene la osteoporosis**, y es ideal para el tratamiento por *Candida albicans*. Es un producto **muy nutritivo, un anti-biótico natural** para prevenir infecciones, además de demostrar una gran utilidad en el tratamiento de problemas del aparato digestivo y refuerza la inmunidad.
- Fortalece las defensas frente a infecciones tanto víricas como bacterianas; reduce los niveles de colesterol y el riesgo de cáncer al colon; reduce la intolerancia a la lactosa.

#### Elaboración del kefir

Se utilizan los nódulos o granos de kefir, los cuales son racimos de microorganismos ligados por una matriz de polisacáridos. Los nódulos incluyen las bacterias del ácido láctico (lactobacilos) y las leva-

duras, así como bacterias del ácido acético y posiblemente otros microorganismos (Marshall y Cole, 1985). Los nódulos contienen un equilibrio relativamente estable y específico de los microorganismos que existen en un lazo simbiótico complejo. Los granos se asemejan a los floretes pequeños de la coliflor, y cada grano es 3 a 20 milímetros de diámetro (Libudzisz y Piatkiewicz, 1990). En la figura 1 se presentan los nódulos de kefir utilizados en el presente trabajo de investigación.

#### Leche de vaca

Es un líquido de composición y estructura compleja, blanca opaca, de sabor suave, y con un pH cercano al neutro. La materia grasa (3,68%) se encuentra en emulsión, las proteínas (3,70%) constituyen una suspensión, mientras que los restantes (lactosa, otras sustancias nitrogenadas, minerales, etc.) están disueltos (FAO, 2004). Según la Norma Técnica Peruana (2003) - INDECOPI, los requisitos fisicoquímicos de la leche de vaca (g/100) son: materia grasa, mínimo 3,2%; sólidos no grasos, mínimo 8,20%; sólidos totales, mínimo 11,60%; densidad, 1,026 a 1,0340 (g/mL); acidez, 0,16-0,18% (ácido láctico). La leche de vaca es considerada un alimento completo por su contenido en grasa (donde los triglicéridos son la fracción mayoritaria con el 98% del total lipídico y cuyos ácidos grasos que los forman son mayormente saturados), proteínas, (caseína, albúmina y proteínas del suero) y glúcidos (lactosa). Además, la leche de vaca es una importante fuente de vitaminas (vitaminas A, B, D<sub>3</sub>,



Figura 1. Nódulos de kefir.

E). La vitamina D es la que fija el fosfato de calcio a dientes y huesos, por lo que es especialmente recomendable para los niños (Buxade, 1998). Algunos de los ácidos grasos tienen efecto beneficiosos, tales como el butírico, ácido linoleico conjugado (CLA) que inhibe varios tipos de cáncer (pruebas con ratones) y también ha eliminado cánceres de piel humana en estudios in vitro. El consumo de 250 mL aporta la cantidad diaria recomendada de: 44% de calcio, 20% de vitamina A y 50% de vitamina D.

### Leche de cabra

Posee propiedades nutricionales únicas, mayor valor calórico, mayor contenido en lípidos e igual cantidad de proteínas, así como mayor contenido de minerales y vitaminas que la leche de vaca. Es hipoaérgica, de alta digestibilidad y fácil asimilación. La leche de cabra aporta proteínas de muy buena calidad; en cuanto a vitaminas y minerales la leche de cabra destaca en calcio y vitamina D, sustancias esenciales para la formación de huesos, que ayuda a prevenir enfermedades como la osteoporosis. También contiene un aporte destacado de vitamina B<sub>2</sub> o riboflavina y de vitamina A. Es más sabrosa y algo más dulce que la leche de vaca. La grasa de la leche de cabra es más digestible que la de vaca, debido a que sus glóbulos o gotitas de grasa son más pequeñas y más fácilmente atacables por los jugos digestivos; esta ventaja la convierte en una buena opción para niños, ancianos y personas que sufren trastornos gástricos, como digestiones pesadas y úlceras; además, el pequeño tamaño de la grasa hace que los glóbulos queden en suspensión en vez de flotar hacia la superficie y formar la nata; por tanto, la leche de cabra no necesita ser homogeneizada. La leche de cabra contiene niveles muy bajos de lactosa, el azúcar propio de la leche, por lo que puede resultar útil para personas intolerantes a la lactosa. Por su escaso contenido de caseína es adecuada para quienes son alérgicas a esta proteína tan abundante en la leche de vaca. Diversos estudios demuestran que algunas personas con afecciones de las vías respiratorias, suelen observar mejoría consumiendo la leche de cabra ya que tienden a fabricar menos mucosidad que con la leche de vaca (Buxade, 1998). El Cuadro 2 presenta la composición química de la leche de cabra. (FAO, 2004):

Cuadro 2  
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS  
DE LA LECHE DE CABRA

Componente	Valor
Agua (%)	86,8
Sólidos totales (%)	13,2
Densidad (%)	1,03
Grasa (%)	4,45
Caseína (%)	2,89
pH	6,5
Acidez (%)	16,3
Lactosa (%)	4,4
Sólidos no grasos (%)	8,7

Los objetivos planteados para este trabajo de investigación fueron los siguientes:

- Determinar las características fisicoquímicas (pH, acidez titulable, porcentaje de alcohol y viscosidad aparente) y la aceptabilidad general de un kefir elaborado a base de leches de vaca y de cabra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de ejecución

El experimento fue realizado en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias y en el Laboratorio de Química General de la Universidad Privada Antenor Orrego.

### Materiales

- Leche fresca de vaca (*Bos taurus*) procedente del fundo San Juan en Virú.
- Leche fresca de cabra (*Capra hircus*) procedente del fundo San Juan en Virú.
- Nódulos de kefir liofilizados (procedencia Española, Laboratorio Herboristería La Naturaleza).
- Sacarosa.

### Equipos

- Reómetro: Brookfiel. Modelo DV-III.
- Equipo Soxhlet. Marca pyrex.
- pHmetro marca Mettler Toledo, modelo inlab 413, mp 220 (pH 0–14; temperatura 0–60 °C).

## MÉTODO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación tuvo como variables dependientes: pH, acidez titulable, prueba del alcohol, viscosidad aparente y aceptabilidad general, las variables independientes son la leche de vaca y leche de cabra (Figura 2).

A continuación se describe las operaciones para la elaboración del kéfir (Figura 3).

- **Recepción.** Los dos tipos de leche fueron recepcionados en recipientes de acero inoxidable previamente esterilizados, seguidamente se realizaron los análisis fisicoquímicos.
- **Pasteurización.** A la leche (de vaca o de cabra) se le adicionó el azúcar, seguidamente se elevó la temperatura hasta 90 °C manteniéndola por 15 minutos, logrando de esta manera eliminar los microorganismos patógenos y bajar la carga microbiana.

- **Enfriamiento.** La leche pasteurizada se dejó enfriar hasta 24 °C, para adicionarle los nódulos de kefir previamente activados; esta activación se realizó utilizando leche cruda de vaca para la rehidratación y reactivación de los nódulos secos, práctica recomendable para conseguir una mejor reconstitución de la formulación de los microorganismos del kefir que pueden haber sucumbido a la desecación. Este procedimiento se efectuó a 20–22 °C durante 4 días, renovando la leche fresca a los nódulos. Al quinto día, se observó que la leche comenzó a coagular en 23 horas, percibiéndose un aroma a levadura fresca, como indicación de que los nódulos ya se habían reactivado.
- **Incubación.** La leche se incubó a 20–22 °C durante 23 horas, para obtener el kefir (de leche de vaca o de cabra).

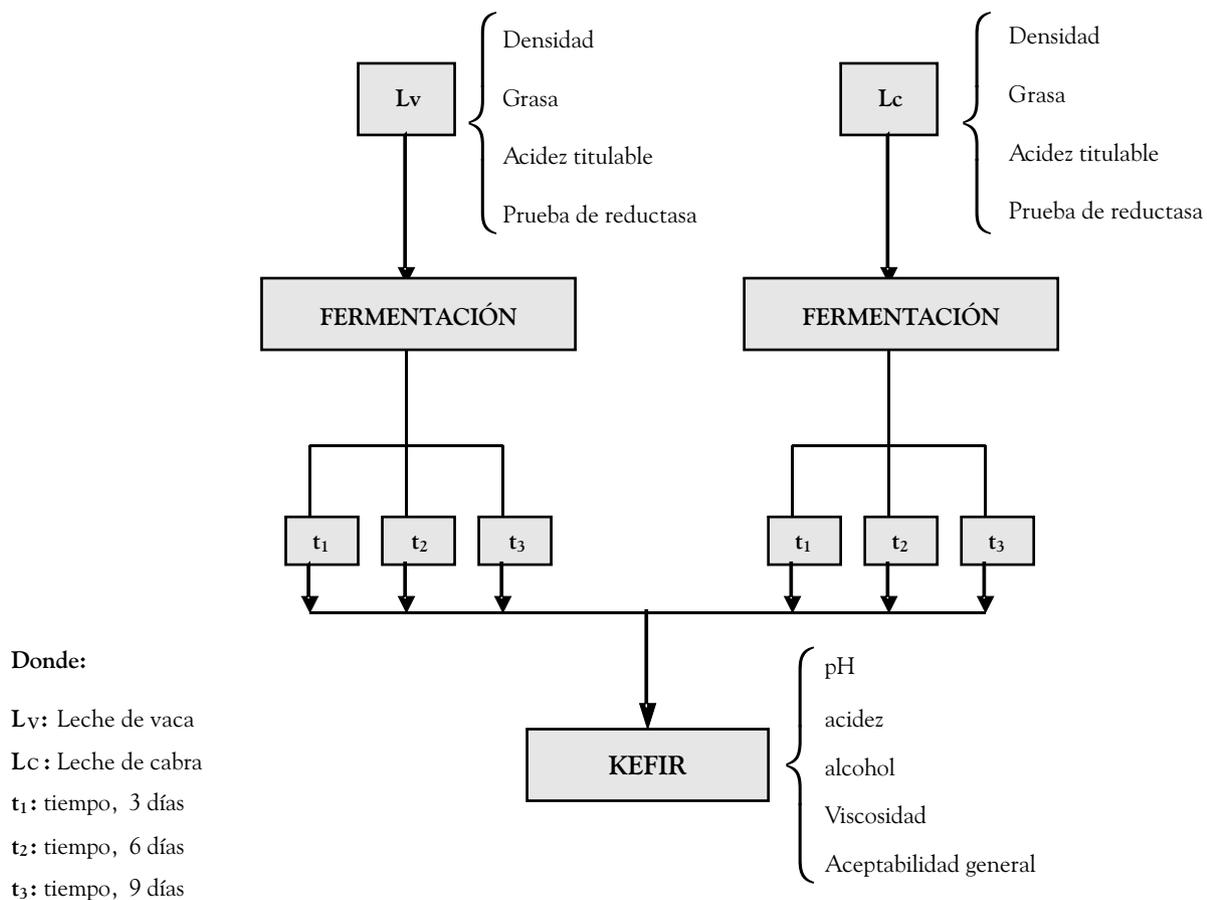


Figura 2. Esquema experimental para la obtención de un kefir elaborado con leche de vaca y leche de cabra.

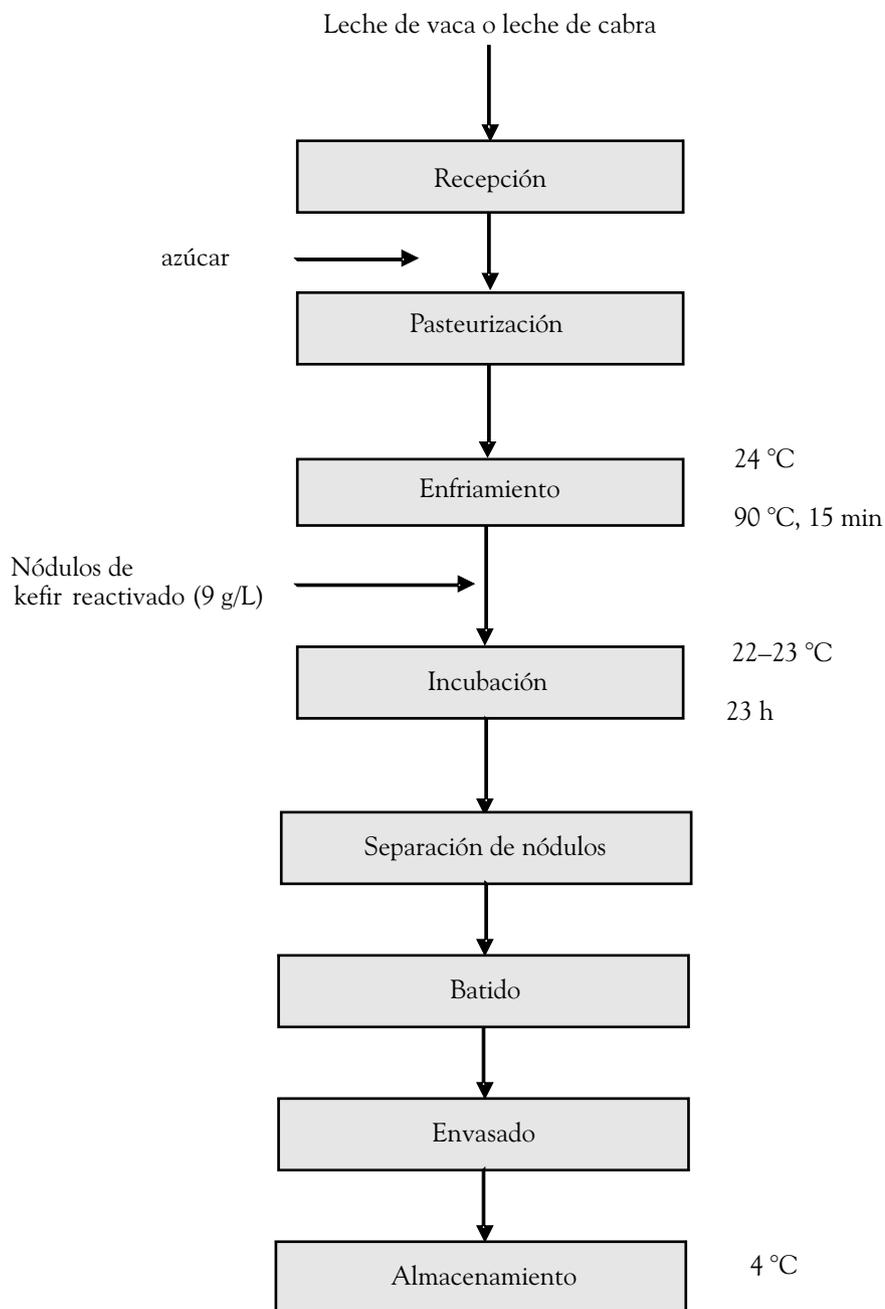


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de kefir de leche de vaca o de cabra.

- **Separación de nódulos.** Los nódulos de kefir se retiraron con cuidado, utilizando una coladera de plástico para evitar que el kefir siga fermentando.
- **Batido.** Se batió vigorosamente con una cuchara de palo hasta homogenizar completamente el kefir.
- **Envasado.** El kefir se colocó en envases de polietileno de alta densidad, de un ¼ de litro.
- **Almacenamiento.** Los dos tipos de kefir se almacenaron a 4 °C por 9 días. Luego, se procedió a realizar la evaluación sensorial y los análisis físico-químicos cada tres días.

## MÉTODOS DE ANÁLISIS

### Análisis fisicoquímicos de la materia prima

Los análisis fisicoquímicos de los dos tipos de leche (de vaca y de cabra) se realizaron de acuerdo a los métodos oficiales descritos por la NTP (1998), los cuales comprendieron los siguientes análisis:

#### ▪ Porcentaje de acidez (según NTP202.028:1998)

Esta Determinación se basa en neutralizar por titulación una cantidad determinada de leche con una solución alcalina valorada empleando como indicador fenolftaleína o azul de metileno. Los resultados pueden expresarse de dos maneras como: grados Dornic o porcentaje de ácido láctico.

Procedimiento

1. Tomar un vaso de preferencia que tenga fondo blanco y agregue 9 cm<sup>3</sup> de leche.
2. Agregar 2 a 3 gotas de fenolftaleína.
3. Proceder a titular con soda 0,1N dejando caer gota a gota la solución hasta conseguir el primer tono rosado persistente por medio minuto.
4. Efectuar la lectura. Tener en cuenta que cada décima de centímetro cúbico de gasto de solución de soda 0,1Normal, equivale a 0,01 de ácido láctico o 1 °D.

Determinación del porcentaje de acidez: 1ml NaOH 0,1N = 0,009 grs. ácido láctico.

% acidez titulable =

$$\frac{G \text{ (mL de NaOH 0,1N)} \times 0,009 \times 100}{\text{muestra (g)}}$$

**Equivalencia:** 1 décima de centímetro cúbico de gasto de solución de soda 0,1N equivale a 0,01 de ácido láctico o 1 °D (°Dornic).

#### ▪ Densidad (según NTP202.008:1998)

Materiales

- ♦ Lactodensímetro.
- ♦ Termómetro con escala de 0 °C a 100 °C.
- ♦ Probeta sin graduación de 200 cm<sup>3</sup> de diámetro adecuado.
- ♦ Baño maría.

Procedimiento

- ♦ Tomar una muestra representativa en una probeta.

- ♦ Introducir el lactodensímetro en la leche, teniendo cuidado que este flote libremente y que no se presente espuma pegada a la espiga.
- ♦ Determinar la temperatura de la leche y comprobar que este en el rango de 10 a 20 °C.
- ♦ Efectuar la lectura en la espiga del lactodensímetro en el punto más alto que alcanza el menisco.
- ♦ De estar la temperatura a 15, la lectura será exacta y no ha de requerir ajustes adicionales.
- ♦ De ser la temperatura superior o inferior a 15 °C y estar comprendida entre 10 y 20 °C, proceder a corregir el valor de la densidad agregando o restando por cada grado por encima o debajo de 15 °C el factor 0,0002.

#### ▪ Porcentaje de grasa (según NTP202.008:1998)

Materiales

- ♦ Butirómetros Gerber Standard para análisis de leche.
- ♦ Pipetas Standard para leche calibradas para entregar 11 cm<sup>3</sup> de leche.
- ♦ Buretas automáticas o pipetas de vidrio Standard para entregar de 10 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico.
- ♦ Buretas automáticas o pipetas de vidrio Standard, para entregar de 1,0 a 1,1 cm<sup>3</sup> de alcohol amílico.
- ♦ Centrifuga con una velocidad de 1000 a 1200 rpm.
- ♦ Baño maría, de preferencia con termostato.

Reactivos

- ♦ Alcohol amílico puro con una densidad de 0,813 g/cm<sup>3</sup>, a 15 °C, punto de ebullición de 128 °C a 132 °C.
- ♦ Acido sulfúrico con las siguientes características: incoloro, limpio, con densidad de 1,820 a 1,285 g/cm<sup>3</sup>, medido a una temperatura de 15 °C, se prepara a partir de ácido sulfúrico concentrado. Diluyendo 100 partes de ácido con una parte de agua destilada.

Procedimiento

- ♦ Verter al butirómetro 10 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico. Utilizar una pipeta o una bureta automática.
- ♦ Con la pipeta Gerber, verter al mismo butirómetro 11 cm<sup>3</sup> de leche, teniendo cuidado de no mojar el cuello.

- ♦ Se añade al contenido del butirómetro de 1 a 1,1 cm<sup>3</sup> de alcohol amílico.
- ♦ Se tapa la ampolla y se agita sin invertirlo, hasta la disolución completa de los coágulos.
- ♦ Se mantiene el butirómetro en posición vertical con el tapón de jebe hacia arriba y se asegura que el líquido llene la ampolla vertical.
- ♦ No se debe permitir que se enfríe, ya que debido a la mezcla de la leche con el ácido se llega a alcanzar una temperatura cercana a los 80 °C. Si se comienza a enfriar no estando la caseína completamente disuelta, se debe completar la disolución introduciendo el butirómetro en el baño maría mantenido a 65 °C, en posición vertical y con el tapón hacia abajo.
- ♦ El butirómetro se coloca en la centrifuga, centrifugándose por 5 minutos a 1200 rpm.
- ♦ Se coloca el butirómetro en el baño maría mantenido a 65 °C, y se ajusta el nivel mas bajo del menisco inferior en la división de la escala que corresponde a un número entero de unidades mediante la manipulación del tapón.
- ♦ Se lee inmediatamente en la escala, la diferencia entre las dos divisiones que limitan la columna de la materia grasa, considerando para la lectura desde el nivel mas bajo del menisco superior.
- ♦ La columna de grasa, en el momento de la medición debe de presentarse translúcida, de color amarillo o ámbar, libre de partículas visibles o en suspensión.  
Se rechazan todos los ensayos en los que la lectura sea incierta, presentando la columna de grasa un color blanquecino o muestre la presencia de coágulos o materia carbonizada.

▪ **Prueba de la reductasa (según NTP202.014:1998)**

El principio de esta prueba se basa en que los microorganismos producen una acción reductora, que se manifiestan al producirse la decoloración de una sustancia como el azul de metileno.

Agregando cantidades fijas de azul de metileno a 10 cm<sup>3</sup> de leche y observando el tiempo de reducción, se podría concluir, que a mayor carga microbiana el tiempo de decoloración será menor, lo que

es lo mismo decir que las leches con un tiempo corto de reducción, tienden un gran riesgo de deteriorarse rápidamente.

**Procedimiento**

- ♦ Las muestras serán tomadas, transportadas y manejadas con el mismo cuidado que para cualquier otra determinación microbiológica.
- ♦ Tomar 10 cm<sup>3</sup> de las diferentes muestras de leche en cada tubo de prueba estéril siguiendo los cuidados y técnicas microbiológicas convencionales.
- ♦ Agregar 1 cm<sup>3</sup> de azul de metileno dentro de cada tubo.
- ♦ Tapar y mezclar el contenido del tubo y déjelo en baño maría a 37 °C teniendo cuidado de que el nivel de la leche esté por debajo del nivel del agua.
- ♦ Controlar el tiempo a partir del momento que dejó el tubo en baño maría y observe a intervalos regulares, pueden ser de media hora.

CALIDAD DE LA LECHE	TIEMPO DE REDUCCIÓN
muy buena	6 horas y mas
buena	de 4 a 5.30 horas
mala	de 2 a 2.30
muy mala	de 5 a 1 hora

**Análisis fisicoquímicos del kefir**

- Determinación del porcentaje de la acidez titulable (según la NTP 202.028:1998). Se siguió el mismo procedimiento que para la materia prima.
- Determinación del porcentaje de alcohol por permanganometría (Método Volumétrico) (Skoog y otros, 1995).

**Método de permanganometría (volumétrico)**

- ♦ Tomar 200 mL de la muestra de kefir.
- ♦ Agregar 35 g de acetato de plomo previamente diluido en 65 mL de agua destilada.
- ♦ Dejar reposar unos 20 min.
- ♦ Filtrar.
- ♦ Destilar la cantidad obtenida de la filtración en un destilador simple.
- ♦ Obtenida la muestra destilada se pasa a titular.

Procedimiento para la titulación

- ♦ En un matraz erlemmeyer se coloca 3 mL de  $KMnO_4$  (0,01 N).
- ♦ Agregar 15 gotas de  $H_2SO_4$ .
- ♦ Agua destilada 40 mL.
- ♦ En la bureta se colocara la solución con alcohol obtenida de la destilación.
- ♦ Proceda a titular.
- ♦ Efectuar la lectura.

Interpretación de los resultados

**Determinación del porcentaje de alcohol**

$$mg C_2H_5OH = (V_{KMnO_4} \times N_{KMnO_4}) \times 46$$

$$\% C_2H_5OH = \frac{W \text{ alcohol (g)}}{W \text{ solución (g)}} \times 100$$

- **pH.** Con el pHmetro (Skoog y otros,1995).

**Determinación de la viscosidad aparente del kefir**

Para la determinación de la viscosidad en cada tipo de kefir, se utilizó el reómetro, a 50 rpm, velocidad intermedia del viscosímetro, y un husillo de 21

mm. La temperatura de almacenamiento fue de 4 °C. La lectura de la viscosidad en mPa.s se realizó en forma directa.

**Evaluación sensorial**

Se realizó la prueba de aceptabilidad general utilizando una escala hedónica de nueve categorías: 1: Me disgusta muchísimo, 2: Me disgusta mucho, 3: Me disgusta moderadamente, 4: Me disgusta poco, 5: Ni me gusta, ni me disgusta, 6: Me gusta poco, 7: Me gusta moderadamente, 8: Me gusta mucho y 9: Me gusta muchísimo.. Esta prueba fue realizada por un panel de degustación semi-entrenado, conformado por 35 personas de ambos sexos y en edades promedio de 19–25 años, todos ellos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego. La evaluación sensorial se realizó cada 3 días durante la etapa de almacenamiento, fue efectuada por la mañana entre las 10:00 y 11:30 h. En la Figura 4, se muestra la ficha de escala hedónica para la aceptabilidad general de un kefir elaborado a base de leche de vaca y de cabra.

Nombre y apellidos.....		
Fecha..... N° de muestra.....		
<b>Producto: KEFIR</b>		
Pruebe el producto que se presenta ante usted indique con una cruz su grado de aceptabilidad.		
<b>Escala</b>	<b>289</b>	<b>459</b>
Me gusta muchísimo		
Me gusta mucho		
Me gusta moderadamente		
Me gusta poco		
Ni me gusta, Ni me disgusta		
Me disgusta poco		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta muchísimo		
Comentario:.....		
Muchas gracias por su colaboración.		

**Figura 4.** Ficha de escala hedónica para aceptabilidad general de un kefir elaborado a base de leche de vaca y de cabra.

### Análisis estadístico

Para los resultados fisicoquímicos se aplicó el análisis de Varianza, y para los análisis sensoriales la Prueba de Mann-Whitney. El nivel de confianza fue del 95% y se empleó el programa Statistical Package for the Social Science (SPSS) 11.0 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis fisicoquímicos de la materia prima

En el Cuadro 3, se muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a la leche de vaca y leche de cabra.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos de la leche de vaca y la leche de cabra mostrados en el cuadro 3 se encontraron dentro de los parámetros establecidos por la NTP 202.001 (2003): densidad de la leche de vaca, 1,0299 g/mL, acidez titulable, 0,18% y grasa, 3,68%; densidad de la leche de cabra, 1,03 g/mL, acidez titulable, 0,16%, grasa, 4,45%. Requena y otros (2005), sostienen que los valores que afectan la calidad composicional de la leche son de origen genético y ambiental, siendo el de mayor trascendencia el relacionado al manejo alimenticio.

Cuadro 3

#### ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE DE VACA Y LECHE DE CABRA\*

Leche	Densidad (g/mL)	Acidez titulable (% de ácido láctico)	Grasa (%)
Vaca	1,028	0,159	3,5
Cabra	1,030	0,165	4,5

\* Valores promedio.

### Análisis fisicoquímicos del producto final y viscosidad aparente

En el Cuadro 4, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos y viscosidad aparente del kefir elaborado con leches de vaca y de cabra, se indican los valores de la media y la desviación estándar.

En el Cuadro 4 se observa que el pH disminuye en relación al tiempo de almacenamiento, de 0,30 del día 3 al 9, con respecto al kefir de leche de vaca y un 0,20 en el kefir elaborado con leche de cabra. El porcentaje de alcohol se incrementó desde el día 3 al día 9, en un 0,04 % para ambos tipos de kefir. Para ambos tipos de kefir la acidez titulable aumenta desde el día 3 al día 9 en un 0,02 %, cabe indicar que el kefir elaborado con leche de cabra presentó mayor valor de acidez durante los días evaluados. María y otros (2004) y Carballo y otros (2001), han determinado que durante las primeras 24 horas de fermentación, la concentración de ácido láctico aumenta de 0,01% a 0,76% (w/w) y el pH disminuye a 4,24. Después de 24 horas de fermentación, los cambios en los niveles de ácido láctico y en el pH, ocurren más lentamente. La producción del etanol fue limitada, alcanzando un valor final de 0,018% (w/w). Así mismo se observa que el valor de la viscosidad del kefir elaborado con leche de cabra es más alta (299,00 mPa.s) en relación al kefir elaborado con leche de vaca (281,27 mPa.s), lo que significa que el kefir de leche de cabra es más viscoso. Aún no se han encontrado antecedentes similares referidos a la viscosidad del kefir, sin embargo, este dato podría servir como base para investigaciones futuras, ya que la viscosidad es un parámetro de calidad y un criterio decisivo para el análisis sensorial.

Cuadro 4

#### ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y VISCOSIDAD DEL KEFIR DE LECHE DE VACA Y KEFIR DE LECHE DE CABRA

Kefir	Medida	pH			Alcohol (%)			Acidez titulable (% de ácido láctico)			Viscosidad (mPa.s)		
		día			día			día			día		
		3	6	9	3	6	9	3	6	9	3	6	9
Leche de vaca	$\bar{X}$	4,60	4,47	4,30	0,04	0,05	0,08	0,47	0,48	0,49	279,97	281,83	282,0
	DE	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5774	1,1547	0,0
Leche de cabra	$\bar{X}$	4,57	4,50	4,37	0,04	0,05	0,08	0,48	0,49	0,50	298,00	299,00	299,07
	DE	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58

$\bar{X}$ : Media. DE: Desviación estándar.

### Análisis estadístico

El cuadro 5 reporta los resultados del ANVA de los análisis fisicoquímicos.

Cuadro 5

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE PH, PORCENTAJE DE ALCOHOL, ACIDEZ TITULABLE Y VISCOSIDAD DEL KEFIR DE LECHE DE VACA Y LECHE DE CABRA**

Fuente de variación	P
pH	0,42165
Porcentaje de alcohol	0,91379
Acidez titulable	0,24735
Viscosidad	0,0001

Los valores de pH, porcentaje de alcohol, acidez titulable indican que no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). Respecto a la viscosidad, existe diferencia significativa entre ambos tipos de kéfir ( $p < 0,05$ ). Una razón que justifica este resultado es que la leche de cabra contiene mayor cantidad de sólidos totales que la leche de vaca (FAO, 2006), característica que afecta la consistencia del producto final.

Los cuadros 6, 7 y 8 presentan los resultados de la prueba de Mann-Whitney para la aceptabilidad general.

Los resultados del análisis de aceptabilidad general del kefir evaluado a los 3, 6 y 9 días de almacenamiento a 4 °C, reportaron que existe diferencia significativa entre ambos tipos de kéfir. El kefir elaborado con leche de cabra presenta significativamente mayor aceptación por su valor de rango medio constante de 38,6; según Marín (1996), los sólidos totales de la leche de cabra presentan una consistencia particular que influye de manera considerable en la preferencia, satisfacción y aceptación del kéfir. Irigoyen y otros (2005), sostienen que el kéfir presenta niveles máximos de aceptabilidad en los primeros 2 días de almacenamiento.

Cuadro 6

**PRUEBA DE MANN-WHITNEY PARA LA ACEPTABILIDAD GENERAL DEL KEFIR ELABORADO A BASE DE LECHE DE VACA Y DE CABRA A LOS 3 DÍAS**

Kefir	Rango Medio
Leche de vaca	32,4
Leche de cabra	38,6
Mann-whitney	391,5
p	0,006

Cuadro 7

**PRUEBA DE MANN-WHITNEY PARA LA ACEPTABILIDAD GENERAL DEL KEFIR ELABORADO A BASE DE LECHE DE VACA Y DE CABRA A LOS 6 DÍAS**

Kefir	Rango Medio
Leche de vaca	32,4
Leche de cabra	38,6
Mann-Whitney	395,5
p	0,007

Cuadro 8

**PRUEBA DE MANN-WHITNEY PARA LA ACEPTABILIDAD GENERAL DEL KEFIR ELABORADO A BASE DE LECHE DE VACA Y DE CABRA A LOS 9 DÍAS**

Kefir	Rango Medio
Leche de vaca	32,4
Leche de cabra	38,6
Mann-whitney	391,5
p	0,006

### CONCLUSIONES

El pH promedio del kefir de leche de vaca fue de 4,46 y del kefir de leche de cabra, fue de 4,48.

Los valores de acidez para ambos tipos de kefir aumentó desde 0,04 a 0,08%, debido a la producción de ácido láctico. Según el tipo de leche utilizada para la elaboración del kéfir, la acidez incrementó ligeramente de 0,47 a 0,49% para kéfir de leche de vaca y, para el kefir de leche de cabra la acidez también se incrementó ligeramente de 0,48 a 0,50%.

La viscosidad del kefir elaborado a base de leche de cabra presentó el valor mayor, 299,00 mPa.s en relación al elaborado con leche de vaca 281,27 mPas, esta propiedad influye para el análisis sensorial.

La aceptabilidad general reportó que el kefir elaborado con leche de cabra, presentó el mayor valor promedio de 8 puntos, que corresponde a “Me gusta mucho”.

### RECOMENDACIONES

Estandarizar los procesos de fabricación del kefir para ser comercializado a nivel industrial.

Realizar estudios reológicos del kefir (tipo de fluido, viscosidad aparente, energía de activación) como

una investigación complementaria que permita tener mayor información técnica y funcional de este producto.

Promover que los organismos gubernamentales en convenio con las empresas privadas pueden efectuar una alianza estratégica con la finalidad de consumir este producto y elevar la calidad de vida de la población, reconociendo, además, que es un producto más rentable y de mejores propiedades funcionales, científicamente demostradas que el yogurt.

Promover incrementar la producción del ganado caprino como una alternativa para la elaboración de kefir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzaldúa- Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial. Acribia S.A. Zaragoza -España.
- Buxade, C. 1998. Zootecnia: base de producción animal y producción caprina. Editorial Acribia. España.
- Carballo, J.; Penido, S.; García, M. C.; Inmaculada, F. 2001. Comportamiento de la flora microbiana durante la elaboración industrial de kefir a partir de leche de vaca. *Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, ISSN 0300-5755, Nº 326, pags. 57-64. España.
- Duitschaever, CL. Kemp, N. and Emmons, D. 1988. Comparative evaluation of five procedures for making kefir. *Milchwiss* 42, p: 80-82.
- FAO. 2006. Food and Agriculture Organization. Disponible en <http://doen09/2006>.
- Komai, M. y Nanno, M. 1992. Intestinal microflora and longevity. In *Functions of fermented milk*, Ed Y Nakazawa, A Hosono. Elsevier Applied Science: London.
- Irigoyen, I.; Arana, M.; Castiella, P.; Torre, F.; Ibáñez, C. 2005. Parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales del kefir. Departamento de Ciencias del Medio, Área de Nutrición y Bromatología natural. Universidad Pública de Gamarra. Campus de Arrosadía Pamplona, Navarra.
- Libudzisz, Z. y Piatkiewicz, A. 1990. Kefir production in Poland. *Dairy Industries*. Int. p: 55, 31-33.
- Luquet, F. 1993. Leche y productos Lácteos, Transformación y Tecnología. Ed. Acribia. España.
- Marshall, V.M. y Cole, W.M. 1985. Methods for making kefir and fermented milks based on kefir. *J. Dairy Res.* p: 52, 451-456.
- María, C.; García, F.; Sidonia, M.; Inmaculada, F.; y Javier, C. 2005. Determinación de números totales de bacterias ácido lácticas en diferentes medios de cultivo. Área de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias de Orense, Universidad de Vigo.
- Marín, M. 1996. Reología física de la leche concentrada. Tesis de Maestría en Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima. Perú.
- NTP 202.001.203. 2003. Norma Técnica Peruana. Requisitos fisicoquímicos de La Leche Cruda.
- NTP.202.014.1998. Norma Técnica Peruana. Determinación de la densidad, prueba de reductasa y la materia grasa de la Leche.
- Requena, T.; Janer, C. y Peláez, C. 2005. Leches Fermentadas Probióticas. CSIC del Instituto del Frío. Disponible en [http://www.ctnc.es:81/noticias/pdf/AGROCSIC/11\\_AGROCSICLecheFermentada.pdf#search=%22LECHES%20FERMENTADAS%20PROBIOTICAS%22](http://www.ctnc.es:81/noticias/pdf/AGROCSIC/11_AGROCSICLecheFermentada.pdf#search=%22LECHES%20FERMENTADAS%20PROBIOTICAS%22). Consultado el 03/09/2006.
- Roberfroid, M.B. 2002. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Have of the Agroquímica institute and technology of the foods*.
- Sanz, Y.; Collado, M. y Dalmau, J. 2003. Probióticos: Criterios de calidad y orientaciones para el consumo. *Revista del Instituto de Agroquímica y Tecnología de los alimentos*. Vol. 61 Nº 9. pp. 476 - 782. Valencia -España.
- Silva, E. y Verdalet, I. 2003. Revisión: Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. ALAN. V53. Nº 4. Caracas. Venezuela.
- Skoog, Douglas A.; West, Donald, M. 1995. Química analítica. Aplicaciones de las titulaciones de oxidación. Segunda edición. Editorial. México.
- Walstra, P.; Geurts, T.; Normen, A. 2001. Ciencia de la Leche y Tecnología de los productos lácteos.
- Zourari, A. y Anifantakis, E.M. 1988. Le kéfir. Caractère physico-chimiques, microbiologiques et nutritionnels. *Technologie de production*. Une revue. Lait. p: 68.