

AUTORES
AUTHORS

✉ **Dániza Mirtha Guerrero ALVA**

Universidad Nacional Del Callao
Av. Juan Pablo II s/n, Bellavista,
Callao, Lima-Perú
e-mail: gdaniza@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar la influencia de la temperatura (entre 45° C y 30° C) y el porcentaje de cultivo ABT añadido a leche de vaca y de cabra, en la producción de acidez, consistencia del gel lácteo, tiempo de procesamiento, crecimiento del cultivo ABT y las características sensoriales de la leche fermentada de cabra y de vaca.

Se determinó los siguientes parámetros de proceso: Pasteurización a 80° C por 20 minutos; adición de cultivo ABT (1% en leche de cabra y temperatura de proceso de 42° C; 2% en leche de vaca y temperatura de proceso de 39° C), pH de corte de 4,5 y enfriado a 4° C. El tiempo de proceso con leche de vaca y de cabra fue de 4 horas y 7 horas respectivamente.

Se concluye que se obtuvo leche fermentada o cultivada entera o integral en base al contenido de acidez, porcentaje de grasa y al crecimiento de las bacterias probióticas *Lactobacillus acidophilus* (107ufc/ml) y *Bifidobacterium lactis* (106ufc/ml), además de *Streptococcus thermophilus* (109ufc/ml); las que cumplieran las normas microbiológicas de las leches fermentadas o cultivadas.

SUMMARY

The objective of the present study was to compare the influence of the temperature (between 45° C and 30° C) and the ABT percentage culture added in cow and she-goat milk, on the acidity, milk gel consistence, time of process, growth of ABT bacteria and sensorial characteristics of goat and cow's fermented milk.

The parameters of the process were: temperature and pasteurization time (80° C by 20 min.); added culture (1% in she-goat milk and fermentation temperature 42° C; 2% in cow milk and fermentation temperature 39° C); final pH of 4,5, and cooled at 4° C. The time of process with cow and goat milk was 4 hours and 7 hours respectively.

It was gotten whole fermented milk with good acidity, fat percentage, and enough probiotic bacteria's growth (*Lactobacillus acidophilus* 107 cfu/ml, *Bifidobacterium lactis* 106 cfu/ml), besides *Streptococcus thermophilus* 109 cfu/ml. All fermented milks agreed with the safety food norms.

PALABRAS-CHAVE
KEY WORDS

leche de cabra y de vaca, proceso.
goat and cow milk, process.

1. INTRODUCCIÓN

Leche fermentada es el producto obtenido por coagulación y disminución del pH de la leche o leche reconstituida, adicionada o no de otros productos lácteos tales como crema de leche, caseína, suero en polvo, etc., por fermentación láctica de uno o varios de los siguientes cultivos: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* y/u otras bacterias ácido lácticas que por su actividad, contribuyen a la obtención de las características del producto final. El presente estudio comprende la utilización de leche de cabra y de vaca debido a que la leche de cabra es de más fácil asimilación por el tamaño pequeño del glóbulo graso, así como a la menor intolerancia que puede originar su consumo respecto a la leche de vaca, tanto en lo que se refiere a la lactosa como a la proteína presente, no siendo apreciada como potencial lechero. En Perú la producción de derivados lácteos es predominante sobre la base de leche de ganado vacuno y en menor escala a la producción de yogurt con leche de cabra, por la limitada producción de leche de cabra comparativamente a la de vaca.

Por otro lado, los probióticos (*Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium lactis*) son cada vez más empleados en la industria. Su éxito radica en que suprimen la absorción de colesterol (TAHRI, 1995), regulan la composición de microorganismos en el intestino, reducen la actividad de la nitroreductasa y -glucuronidasa que causan cáncer al colon (ABDELALI, 1995), reducen la concentración de amonio y azoximetano que inducen criptas aberrantes (GALLAHER, 1996), sintetizan folatos e inmunoglobulinas, vitamina B y K, así como reducen traslocaciones de *Escherichia coli* (KLINGE, 1999). En el presente trabajo se usaron las cepas de *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* para producir leche fermentada utilizando como sustrato leche de vaca y de cabra, y se determinaron los parámetros del proceso; temperatura y tiempo de fermentación, porcentaje de inóculo, pH de corte, recuento de microorganismos benéficos, y finalmente las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales del producto final.

El tipo de investigación desarrollada es de carácter aplicado, habiéndose determinado un procedimiento que beneficie a la industria y al consumo de leches fermentadas con probióticos como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus acidophilus*. Para tener una idea cabal de la posible contribución del presente trabajo es necesario tener en cuenta:

a) No se tiene aplicación industrial, en Perú, de *Bifidobacterium* en productos de leche de cabra. Los productores de leche de cabra producen yogurt mas no así leche fermentada o algún otro tipo de leche acidificada por uno o más microorganismos seleccionados con beneficio probado para la salud, debido a que desconocen el manejo óptimo de los cultivos así como los parámetros del proceso.

b) La industria láctea nacional produce yogurt probiótico con leche de vaca, pero aún no se ha desarrollado leche fermentada a nivel industrial. Es necesario introducir

otras cepas como *Lactobacillus acidophilus* asociadas a *Bifidobacterium* para el diseño de nuevos productos.

c) Desde el punto de vista de la salud es importante promover el consumo de alimentos que incluyan microorganismos tales como *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium* por sus múltiples bondades.

d) Finalmente, nos ha permitido comparar los procesos, parámetros y productos resultantes de la transformación de la leche de cabra y de vaca.

Como consultas importantes en el estudio de los derivados lácteos citamos el Manual de Industrias Lácteas (VALDIVIA, 1992) que trata sobre la tecnología de la producción de yogurt y otras leches acidificadas, la aplicación de los microorganismos beneficiosos y la producción de yogurt frutado en los años 80.

Últimamente se ha dado a conocer el trabajo de yogurt de soya (RACCHUMI, 2001), y el de biotecnología del yogurt enriquecido con calcio (ORIONDO, 2001).

2. METODOLOGÍA

2.1 Materia Prima

Se empleó leche de vaca de la raza Holstein, fresca y entera procedente del establo Venturosa, ubicado en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao.

Leche de cabra de la raza anglo nubia, fresca y entera, libre de Brucelosis, del establo "La Cabrita", situado a 28 kilómetros de la ciudad de Lima, Panamericana Norte.

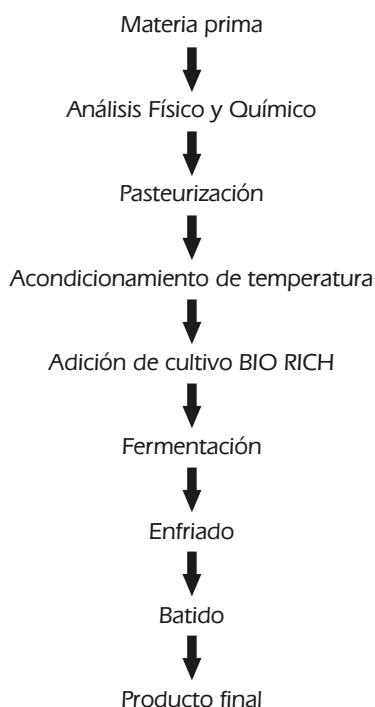
2.2 Insumos

Fermento láctico mixto que contiene cepas bien definidas de *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* y *Streptococcus thermophilus*, de los laboratorios Christian Hansen de Dinamarca.

2.3 Métodos

A la leche de cabra y de vaca se le hicieron las siguientes mediciones de calidad: Temperatura, densidad, pH, acidez expresada en gramos de ácido láctico/100 gr., grasa, porcentaje de sólidos totales y sólidos no grasos (por diferencia). Además se realizó la prueba del alcohol y la prueba del azul de metileno (FONGAL-LIMA, 1998; ITINTEC, 1970). También se determinó el recuento de aerobios mesófilos en leche cruda. El flujo general de operaciones fue el siguiente:

Diagrama nº 1 Flujo general para la producción de leche fermentada



Los parámetros estudiados fueron:

1. Porcentaje de cultivo: que permite obtener leche fermentada en un tiempo adecuado para la producción industrial, entre 0.5 % y 3%, a temperatura constante.

2. Temperatura de Fermentación: de acuerdo a la diversidad de las bacterias probióticas utilizadas, se consideró el desarrollo de los procesos de fermentación, entre 45° C y 30° C, con un rango de variación de 3° C.

3. Tiempo de Fermentación: se evaluó con medidas de pH de 4,5.

4. Evaluación Sensorial: se efectuó la evaluación de la calidad estética de los productos fermentados y enfriados a 4° C de temperatura, en relación a las características de olor, sabor, color y consistencia, con una prueba sensorial de tipo descriptiva desarrollada por un panel entrenado de 5 jueces.

5. Formulación definitiva: se eligió en base a los resultados obtenidos en la producción de acidez, el crecimiento de bacterias probióticas (según metodologías de Christian Hansen, 2000), y por las características sensoriales establecidas por la prueba de Ranking aplicada por 8 jueces entrenados, a un nivel de significación del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de la Materia Prima

A continuación se detalla los resultados de las mediciones de calidad de la leche de cabra y de vaca:

Cuadro nº 1 Análisis de la materia prima

Característica Evaluada	Leche de Cabra	Leche de Vaca
Densidad (g/ml.) a 15° C	1,040	1,032
Grasa (gr./100gr.)	4,3	3,2
Sól. no grasos (gr./100gr.)	9,0	8,5
Sólidos totales (gr./100 gr.)	13,3	11,7
pH	6,7	6,7
Prueba del alcohol (68%)	Estable	Estable
Prueba azul metileno	Buena	Buena

Como puede observarse, las leches de vaca y de cabra cumplieron con los valores establecidos por la Norma Técnica Nacional para leche cruda (ITINTEC, 1991). Cabe indicar que los valores de sólidos no grasos y sólidos totales estuvieron por encima de los mínimos recomendados, así como la densidad.

En Chile se ha reportado valores de 3,52% para el contenido de grasa y 12,04% de sólidos totales en leche de ganado vacuno (BRITO, 1989). En cuanto a la prueba del alcohol, las muestras de leche de vaca no coagularon antes de las 4 horas siendo catalogadas como buenas (VEISSEYRE, 1976). Asimismo la prueba del azul de metileno dio un tiempo de decoloración por la acción reductora de los microbios de más de 4 horas, considerándosele como buena (ITINTEC, 1970)..

Por otro lado, la leche de cabra tuvo también buen contenido de grasa, sólidos no grasos, sólidos totales y densidad. En Perú no existe data sobre análisis de leche de cabra, pero se puede indicar que los valores hallados se encuentran dentro de los rangos publicados por investigadores chilenos, que reportaron en sólidos totales un promedio de 14,80% (máx. 18,18% y mín. 11,43%), 5,57% en materia grasa (máx. 7,9% y mín. 3,25%), ambos en leche de ganado caprino del sur de ese país (BRITO, 1989). La acidez (0,15 gr./100gr. de leche), densidad (1,040 gr./ml) y pH de 6,7 se encuentran dentro de los parámetros recomendados en hatos caprinos españoles (BUXADE, 1998).

De igual manera, en la prueba del alcohol con leche de cabra, se observó la formación de copos caseosos de tamaño muy pequeño después de 4 horas.

Es posible que la leche de cabra tenga mayor densidad que la de leche de vaca, ya que el extracto seco total puede ser mayor, al igual que el contenido graso, la caseína,

albúminas y globulinas (VEISSEYRE, 1976); lo que puede apreciarse en los resultados conseguidos. En el caso de los ganados caprinos del norte-centro chilenos, los valores de densidad son menores y oscilantes de acuerdo al mes de ordeño, entre 1,0289 y 1,0259gr./ml medidos a 20° C (MOLINA, 1991); de esto se desprende que en las mediciones de calidad influyen numerosos factores como la raza del animal, la época de lactación, el tipo de alimentación, etc.

Finalmente, las numeraciones de aerobios mesófilos en leche de cabra y de vaca fueron menores a 104 ufc /ml porque dieron resultado las medidas de higiene durante el recojo de la leche, tales como: ordeño de animales sanos, lavado y desinfección de ubres y pezones, desinfección de las máquinas ordeñadoras, acopio de la leche en envases lavados y desinfectados, limpieza del área de ordeño, manipuladores uniformados y con manos limpias. Mejoras en la calidad microbiológica de la leche de cabra, también han sido reportadas en Chile empleando estrategias semejantes (MOLINA, 1991), siendo percibidas en la reducción del número de coliformes y en la prueba del azul de metileno.

El flujo de operaciones desarrollado en base a la utilización de leches crudas de vaca o de cabra o la mezcla de ambas en partes iguales, fue tendiente a efectuar el proceso sobre un sustrato de buena calidad microbiológica, de preferencia estéril, debido a que *Lactobacillus acidophilus* crece muy lentamente en la leche y así se evita que otros microorganismos dominen en la fermentación. En nuestro caso, la temperatura de 80° C por 20 minutos dio excelentes resultados en el producto final; pero no debe olvidarse que la carga bacteriana inicial fue poco numerosa porque la leche de ambas especies provino de animales sanos y el proceso productivo se desarrolló inmediatamente después del ordeño. El procesamiento de las leches fermentadas concluye normalmente con la acidez titulable mínima de 0,60% (MERCOSUR, 1997), posteriormente se enfría entre 22° C y 24° C para frenar el desarrollo de la acidez con agitación y producir una mezcla homogénea, brillante y viscosa (VALDIVIA, 1992), refrigerando a no más de 5° C (GARCÍA, 1998).

En los cuadros siguientes se exponen los resultados finales en términos de acidez (expresada en grados Dornic), obtenidos al adicionar 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% y 3% de cultivo ABT a leche de cabra y de vaca a temperaturas de fermentación entre 45° C y 30° C.

Cuadro nº 2 Acidez final (° d) producida con cultivo abt en leche de cabra fermentada a temperaturas entre 45° cy 30° c

% INÓCULO	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%
45° C	101	101	102	107	108	106
42° C	95	96	100	102	105	104
39° C	95	96	96	101	103	104
36° C	95	96	96	98	98	99
33° C	93	92	94	95	96	98
30° C	90	92	93	93	94	95

Cuadro nº 3 Acidez final (° d) producida con cultivo abt en leche de vaca fermentada a temperaturas entre 45° cy 30° c

% INÓCULO	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%
45° C	70	72	76	76	78	82
42° C	58	61	63	63	66	68
39° C	56	60	61	63	65	66
36° C	56	56	60	60	61	61
33° C	55	58	58	58	57	57
30° C	52	52	56	55	54	56

En los resultados experimentales se pudo observar claramente que la mayor cantidad de ácido fue producida en leche de cabra (de 101° Dornic a 108° Dornic) y en la leche de vaca (de 70° Dornic a 82° Dornic) a la temperatura de trabajo de 45° C. A temperaturas menores los rangos de acidez disminuyeron, pero fueron bastante cercanos entre sí en leche de cabra, cuyas muestras en todos los casos superaron los 60° Dornic. En los experimentos con leche de vaca, a medida que se redujo la temperatura de fermentación disminuyeron los rangos de acidez, siendo, para las temperaturas de trabajo de 33° C y 30° C, inferiores al mínimo de 60° Dornic recomendado. Según Veisseyre (1976) en el proceso de fermentación de leche acidófila se suele producir entre 60° Dornic y 100° Dornic de acidez, lo cual concuerda con nuestros resultados. Asimismo al adicionar inóculos entre 2% y 5% es posible obtener leche acidófila con acidez de hasta 150° Dornic.

El pH final de proceso fue de 4,5, semejante al de producción de yogurt. (VALDIVIA, 1992) La modificación del pH por fermentación láctica, provoca la destrucción de las micelas y la neutralización de su carga sin fraccionar la caseína, que precipita en forma total a pH de 4,6.

En los cuadros Nº 4 y Nº 5 se detallan los resultados de consistencia obtenidos en las muestras de leche de cabra y leche de vaca:

Cuadro nº 4 Consistencia (cm.) de los geles lácteos al finalizar la fermentación con leche de cabra:

% INÓCULO	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%
45° C	6,0	7,5	7,0	6,8	6,8	6,5
42° C	7,8	6,7	6,8	6,8	7,0	7,1
39° C	7,2	6,8	6,8	7,0	6,8	6,7
36° C	7,0	7,0	7,0	6,6	7,0	7,0
33° C	7,0	7,0	7,0	7,2	7,2	7,5
30° C	7,4	7,3	7,5	7,2	7,3	7,5

Cuadro nº 5 Consistencia (cm.) de los geles lácteos al finalizar la fermentación con leche de vaca:

%INÓCULO	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%
45° C	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,2
42° C	5,5	5,5	5,3	5,6	5,6	5,8
39° C	6,0	6,5	6,8	5,9	5,8	6,4
36° C	6,0	6,0	6,5	6,5	7,0	5,6
33° C	7,0	6,0	7,0	7,0	7,2	8,0
30° C	7,5	6,6	6,8	6,8	7,0	7,2

En cuanto a la consistencia, los mejores resultados se consiguieron con leche de vaca a temperaturas de 45° C y 42° C, siendo menos estructurados a 39° C; mientras que con leche de cabra los geles fueron frágiles inclusive a temperaturas de 45° C, observándoseles más consistentes al adicionar el inóculo entre 2% y 3%. A medida que se redujo la temperatura de trabajo, los geles de leche de cabra fueron también más frágiles.

Por otro lado, el fenómeno de sinéresis se hizo evidente cuando el producto fue procesado a temperaturas de 45° C, 42° C y 39° C; adquiriendo el color amarillo tenue al emplear como materia prima leche de cabra y de vaca. Este fenómeno también se produce en el yogurt, posiblemente porque el gel lácteo deja escapar espontáneamente una fracción del líquido intersticial por contracción de la red, debido a la disminución gradual de la hidratación de las micelas que reducen sus dimensiones y logran dispersarse más. En el gel lácteo se retiene gran cantidad de agua en forma enérgica debido a la gran cantidad de lactato de caseína formado y a que la caseína kappa no pierde la parte hidrofílica presentándose firme, friable, porosa y poco contráctil. Además, las proteínas lácteas son capaces de absorber un gramo de agua por cada 5 gramos de proteínas, de tal manera que su peso puede aumentar hasta 10 veces (GARCÍA, 1994).

El tiempo de fermentación fue determinado por el tiempo necesario para llegar al pH de 4,5 llamado pH de corte. Los resultados con leche de cabra y leche de vaca en las diferentes temperaturas experimentales se citan a continuación:

Cuadro nº 6: Variación del tiempo de fermentación respecto a la temperatura del proceso (° C) con leche de cabra * y leche de vaca **

Temperatura de Proceso	Tiempo Promedio de Fermentación *	Tiempo Promedio de Fermentación **
45° C	4 horas 30 minutos	3 horas 30 minutos
42° C	7 horas	4 horas
39° C	7 horas 40 minutos	4 horas
36° C	11 horas 30 minutos	5 horas 15 minutos
33° C	13 horas 20 minutos	6 horas
30° C	21 horas 30 minutos	7 horas

Como se puede observar en el cuadro Nº 6, a medida que desciende la temperatura de proceso de 45° C hasta 30° C, el tiempo necesario para llegar al pH final de fermentación varió entre 4 horas y 21 horas 30 minutos. En los experimentos efectuados con leche de vaca el tiempo requerido para la producción del gel lácteo empleando leche de vaca fue de 3 horas 30 minutos a 45° C, y de 7 horas a 30° C.

A manera de referencia se puede decir que en la industria del yogurt se prefiere usar un corto período de tiempo de procesamiento para lo cual se adopta la temperatura y cantidad de inóculo siguientes: entre 42° C y 45° C con 2% a 3% de fermento para un proceso de aproximadamente 4 horas (VEISSEYRE, 1976). Según García (1998) en la producción de leche acidófila el tiempo de proceso es de 24 horas, por lo que la mezcla de estos tres microorganismos a la temperatura de trabajo experimentada redujeron considerablemente el tiempo requerido.

Al desarrollar la evaluación sensorial Objetiva de la leche de cabra y de vaca fermentadas con los diferentes porcentajes de fermento ABT y en las distintas temperaturas ensayadas, se halló que las características sensoriales de cada una de ellas eran las siguientes:

3.1 Leche fermentada de cabra

Sabor: ácido y cremoso, que acentúa el sabor típico de la leche de cabra.
Consistencia: gel firme y estructurado, pudiendo presentarse sinéresis.
Aroma: a diacetilo y a leche de cabra.
Color: blanco.

3.2 Leche fermentada de vaca

Sabor: ácido y cremoso.
Consistencia: firme y muy bien estructurado, pudiendo presentarse sinéresis.
Aroma: a ácido y a diacetilo.
Color: crema.

Las características sensoriales que definen a este tipo de leche fermentada producida con leche de cabra y de vaca, cumplen con las normas del Reglamento de MERCOSUR (1997). Los productos de la fermentación que contribuyen a las características de aroma y sabor son el ácido láctico, acetaldehído, ácido acético y diacetilo (SANTOS, 1987).

Formulación definitiva: considerando la acidez final de las muestras y el crecimiento de las bacterias probióticas se determinó las mejores muestras empleando el método de Ranking al 5% de significación. Los 8 jueces concluyeron que eran mejores las muestras procesadas con leche de cabra adicionadas con 1% de cultivo ABT y fermentadas a 42° C, mientras que con leche de vaca las preferidas fueron las muestras procesadas a 39° C e inoculadas con 2% de fermento ABT.

Seguidamente se expone la composición físico química de las mejores muestras de leche fermentada con leche de cabra y de vaca:

Cuadro nº 7 Análisis físico químico de las formulaciones definitivas de leche fermentada de cabra* y de vaca**

Característica	L. Fermentada Cabra*	L. Fermentada Vaca**
Acidez (° Dornic)	101	63
pH	4,5	4,5
Grasa (%)	4,5	3,2
Consistencia del Gel (cm.)	6,7	5,9

* 1% de fermento ABT, temperatura de proceso de 42° C.

** 2% de fermento ABT, temperatura de proceso de 39° C.

Como se observa en el cuadro anterior, la leche de cabra y de vaca fermentada con cultivo ABT cumple con los requisitos físico químicos de acidez mayor a 60° Dornic, pH de 4,5 (lo que indica que concluyó el proceso de fermentación), tenor graso correspondiente a un producto entero o integral y de buena consistencia. Estos resultados físicos y químicos obtenidos conforme al Reglamento técnico MERCOSUR de identidad y calidad de leches fermentadas, nos permiten aseverar que nuestros productos pueden ser clasificados como leches fermentadas o cultivadas enteras o integrales por sus contenidos de acidez, grasa y pH. El valor nutritivo de las leches fermentadas es casi igual al de la leche de la que proceden, pero su digestibilidad es mayor por los cambios en sus nutrientes: el calcio se encuentra bajo la forma de lactato que es más asimilable; el ácido láctico protege las mucosas intestinales; las proteínas y grasas se encuentran parcialmente escindidas y, por tanto, son más asimilables (WALSTRA, 1987). El ácido láctico es la principal fuente de energía del músculo cardíaco, interviniendo en la respiración celular del hígado, riñones, cerebro y músculo estriado. El cuerpo humano metaboliza únicamente el isómero que él mismo puede sintetizar; es decir, el tipo L(+), y son los *Streptococcus thermophilus* los que producen el 100% de este tipo de ácido láctico, mientras que *Bifidobacterium lactis* lo hace en una proporción del 95% ya que también genera ácido acético (agente supresor de flora microbiana patógena). Con respecto a *Lactobacillus acidophilus* hay discrepancia, mientras unos investigadores consideran que produce ácido láctico L(+) otros indican que sintetiza el isómero DL, que es su forma ópticamente inactiva, además de peróxido de hidrógeno (KLINGE, 1999).

La calidad microbiológica de las muestras de leche de cabra fermentadas a 42° C y 1% de cultivo ABT fue analizada en lo relativo a las bacterias probióticas: *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* además de *Streptococcus thermophilus*. Al evaluar su calidad sanitaria se buscaron coliformes, y hongos y levaduras con los resultados siguientes:

Cuadro nº 8 Análisis microbiológico de las formulaciones definitivas de leche fermentada de cabra y de vaca

Recuento Microbiano	Leche Fermentada de Cabra	Leche Fermentada de Vaca
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	2,4x 10 ⁷ ufc/ml	8 x 10 ⁷
<i>Streptococcus thermophilus</i>	3 x 10 ⁹ ufc/ml	8 x 10 ⁹
<i>Bifidobacterium lactis</i>	106 ufc/ml	5x10 ⁶
Hongos y Levaduras	Ausencia	Ausencia
Coliformes (NMP)	<3 UFC / ml.	< 3 ufc/ml

De los resultados hallados en los recuentos bacterianos podemos afirmar que *Lactobacillus acidophilus* tuvo buen crecimiento microbiano, de 10⁷ ufc/ml, principalmente en leche de cabra y en segundo término en leche de vaca; esta cantidad es el límite recomendado por las normas para el bacilo empleado en la producción de yogurt (MERCOSUR, 1997). Se pudo observar que la temperatura influyó en el crecimiento de este microorganismo, especialmente en leche de vaca, en cuyo proceso la temperatura óptima fue de 39° C. Con *Bifidobacterium lactis* se obtuvo recuentos de 10⁶ ufc/ml., en ambas leches, cantidad mínima obligada por norma y que se detectó en las muestras procesadas a 42° C en leche de cabra y desde 39° C en leche de vaca. Por el contrario, *Streptococcus thermophilus* fue ampliamente superior en leche de cabra procesada entre 45° C y 30° C (10⁹ ufc/ml), mientras que en leche de vaca tuvo un crecimiento semejante a partir de 39° C. Parece ser que al emplear leche de cabra el crecimiento de este microorganismo es óptimo y no se ve influenciado por el porcentaje de fermento ABT o la temperatura de proceso; lo cual no ocurrió en leche de vaca. La mezcla de los tres microorganismos del fermento ABT se estimulan mutuamente en relación posiblemente protocooperativa. Se sabe que los bacilos y los estreptococos requieren fuentes adicionales de aminoácidos que los consiguen a través de actividad proteolítica ubicada en la pared celular. Por ello es importante el contenido de sólidos de la leche porque incrementará el nivel de proteólisis, pudiendo generar mayor suministro de aminoácidos necesarios para el crecimiento celular y, por tanto, desarrollar mayor acidez, tal como puede apreciarse en los productos procesados con leche de cabra. *Streptococcus thermophilus* también produce bióxido de carbono que es estimulante del crecimiento de bacilos y ácido fórmico, precursor de la purina que promueve la síntesis de ARN; lo que conlleva a la mayor producción de ácido láctico y acetaldehído. Por otro lado, Radke Mitchell y Sandine reportaron que independientemente de la temperatura de fermentación, en el yogurt siempre se registran recuentos microbianos mayores de estreptococos que de bacilos; fenómeno que también se observó en el presente trabajo (GARCÍA, 1998). Cuando la fermentación concluye la proporción de bacilos a cocos puede ser entre 1:1 y 1:8. En las

leches fermentadas experimentales analizadas se obtuvo la proporción de *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* de 1:10:1000. De los resultados obtenidos, concordantes con el Reglamento técnico MERCOSUR de identidad y calidad de leches fermentadas, podemos igualmente afirmar que la leche de cabra y de vaca fermentadas con el cultivo ABT pueden ser definidas o clasificadas como leches enteras o integrales, fermentadas o cultivadas con *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* y *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* (MERCOSUR,1997).

Las bacterias probióticas no solo poseen efecto anti oncogénico porque su presencia impide el crecimiento de bacterias contaminantes que liberan enzimas cancerígenas además de sintetizar sustancias inmuno moduladoras, sino que también *Lactobacillus acidophilus* produce varios tipos de antibióticos como lactocidina, acidophilina, y acidolina. Igualmente ha sido demostrado el efecto bactericida de las bifidobacterias contra estafilococos y proteus, contra *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*; *Escherichia coli*, y otros enteropatógenos (GARCÍA, 1998). Pero esta protección es limitada ya que no está exenta de la invasión de hongos. Este debe ser el motivo por el que no se encontró bacterias contaminantes en proporciones que puedan afectar la salud humana y también porque se procesaron inmediatamente después del ordeño.

4. CONCLUSIONES

1. Mediante la adición del cultivo mixto constituido por *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* y *Streptococcus thermophilus* a leche de cabra y de vaca, fue posible obtener leche fermentada o cultivada entera o integral, con el siguiente contenido físico químico: acidez mayor a 60° Dornic (promovida por el cultivo), tenor graso (4,3% en leche de cabra y 3,2% en leche de vaca), consistencia de geles lácteos en leche de cabra (de 6,7 cm. a 7,8 cm.) y en leche de vaca (4,5 cm. a 4,2 cm.). Asimismo se obtuvo el crecimiento de las bacterias probióticas *Lactobacillus acidophilus* (107 ufc/ml en leche de cabra y de vaca), *Bifidobacterium lactis* (106 ufc/ml en leche de vaca y de cabra) además de *Streptococcus thermophilus* (de 109 ufc/ml en leche de cabra y de vaca).

2. El flujo de operaciones para la producción de leche fermentada es el siguiente: Materia prima recién ordeñada Análisis físicos y químicos Pasteurización Acondicionamiento de temperatura Adición de cultivo BIO RICH Fermentación Batido Enfriado Producto final.

3. Los parámetros del proceso son: Pasteurización a 80° C x 20 min.; adición de cultivo BIO RICH (1% en leche de cabra y 2 % en leche de vaca); temperatura de fermentación de 42° C en leche de cabra y de 39° C en leche de vaca; pH de corte de 4,5; enfriado a 4° C.

4. El tiempo de proceso con leche de vaca a 39° C y leche de cabra a 42° C fue de 4 horas y 7 horas respectivamente.

5. La evaluación sensorial descriptiva determinó que la leche fermentada de cabra presentaba las siguientes características: sabor ácido, cremoso y a leche de cabra, consistencia firme y estructurada, aroma típico a la leche de cabra y a diacetilo, color blanco. Con la leche de vaca el sabor percibido fue ácido y cremoso, la consistencia de los geles firmes y bien estructurados, aroma a ácido y diacetilo, color crema.

6. La prueba sensorial de Ranking estableció con un nivel de significación del 5%, que las mejores muestras, empleando leche de cabra, eran las procesadas a 42° C y 1% de inóculo; y con leche de vaca las muestras fermentadas a 39° C y 2% de fermento Bio Rich.

7. La buena calidad sanitaria de las leches fermentadas se vieron reflejadas en la ausencia de microorganismos dañinos para la salud.

5. BIBLIOGRAFÍA

ABDELALI, H. et al. Effect of dairy products on initiation of precursor lesion of colon cancer in rats. *Nutrition & Cancer*, 1995 Vol. 24 (2) 121 32.

BRITO, C. Miti-Miti: nueva variedad de queso de cabra. *Alimentos*, 1989, Vol. 14, N° 4, 7:15.

BUXADE, C. Zootecnia: Base de Producción Animal: Bases de Producción Caprina, España Ed. Acribia, 1998.

FONDO PARA LA GANADERÍA LECHERA. Métodos analíticos para leche fluida. FONGAL - LIMA, 1998., 30 pags.

GALLAHER, D. Probiotics, cecal microflora and aberrant crypts in the rat colon. *Journal nutrition*, 1996, May 126 (5): 1362 71.

GARCÍA, M. y col. Biotecnología alimentaria, Méjico, Ed. Limusa, 1998.

HANSEN, Ch. Información técnica. Dinamarca, 2000, 5 Págs.

ITINTEC: Norma Técnica Nacional 202.014. ENSAYO DE REDUCTASA O ENSAYO DE AZUL DE METILENO, Julio 1970. Norma Técnicas Nacional 202.002 LECHE CRUDA REQUISITOS. Agosto 1991.

KLINGE, G. Información técnica: Probióticos. Holanda Ezal (Grupo Rhone Poulenc), 1999, 3 págs.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. Reglamento Técnico MERCOSUR de Identidad y Calidad de Leches Fermentadas, Montevideo, Uruguay: MGC, 1997.

MOLINA, C. y col., Calidad higiénica y composicional de leche de cabra sector Bocca (Quillota) V región. (Avance de resultados), 1991 Libro resumen del 9° Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Chile, Pág. 48.

ORIONDO, R et al. Biotecnología de Yogurt enriquecido con calcio, En: Libro de Resúmenes del II Congreso Peruano de Biotecnología y Bioingeniería, 2001, Pág. 12.

RACCHUMI, E. et al. Elaboración de yogurt a partir de leche de soya (*Glycine max*) utilizando dos cultivos starter de Bacterias ácido lácticas. En: Libro de Resúmenes del II Congreso Peruano de Biotecnología y Bioingeniería. 2001, Pág. 12.

SANTOS, A. Leche y sus derivados. Méjico, Ed. Trillas, 1987.

TAHRI, K, et al. Effects of three strains of Bifidobacterias on cholesterol. Letters of applied microbiology 1995, September 21 (3) : 149-51.

VALDIVIA, J. Manual de Industrias Lácteas. Lima, Perú, UNALM FIAL, 1992.

VEISSEYRE, R. Lactología técnica. España: Ed. Acribia, 1976.

WALSTRA, P y JENES, R. Química y física lactológica. España: Ed. Acribia 1987.