

Utilización de fermentos lácticos comerciales para obtener una bebida láctea a base de lactosuero caprino.

Gimena Serrano¹, Nora Pece², Ana M. Avila² & Florencia Frau²

(1) *Fac. de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad. Nacional del Litoral.*
m_gime_s@hotmail.com

(2) *Departamento de Ingeniería Básica y de Procesos, Facultad de Agronomía y Agroindustria,*
Universidad Nacional de Santiago del Estero.
norapec@unse.edu.ar

RESUMEN: Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el comportamiento en lactosuero caprino de fermentos lácticos comerciales, utilizados para la elaboración de yogur, para obtener una bebida láctea fermentada. La materia prima empleada es el residuo líquido proveniente del proceso de elaboración de quesos caprinos de Santiago del Estero. Se midió el contenido de grasa, proteínas, sólidos totales y cenizas tanto al suero crudo como al producto final. Se siguió el crecimiento de las bacterias lácticas (BAL), empleando medio de cultivo selectivo, hasta alcanzar una concentración igual o superior a la consignada como requerimiento para leches fermentadas por el Código Alimentario Argentino (10^6 - 10^7 UFC/g). Los resultados obtenidos al final de la fermentación indican un elevado incremento en la producción de ácido láctico, alcanzándose 52°D y una disminución de pH a 3,40. Al final del proceso la lactosa disminuyó a 2,99% debido al consumo por parte de los microorganismos durante la fermentación. Este dato se corresponde con el incremento en el número de BAL alcanzado: $6,38 \times 10^7$ UFC/ml, en esta misma etapa. La composición química de la bebida láctea fue: grasa 0,78%; proteínas 0,86%; sólidos totales 6,7% y cenizas 0,50%. La bebida presentó sabor y olor agradables en las pruebas sensoriales orientativas realizadas.

1 INTRODUCCIÓN

El lactosuero es un subproducto resultante del proceso de elaboración de quesos. En la cadena láctea caprina Argentina, existen 30 plantas elaboradoras de queso de cabra aproximadamente; el 70 por ciento de las mismas se encuentran en el Noroeste Argentino (NOA). Sólo cinco o seis empresas son grandes y consideradas "industrias". La mayoría de éstas empresas del NOA tienen un promedio de producción de quesos de alrededor de 10.000 kg por año (MAGyP, 2011).

Santiago del Estero presenta, en la región, la mayor producción lechera caprina y está orientada principalmente a la obtención de quesos (Pece, 2008). En el año 2000 de acuerdo con los datos consignados por Valenti (2002) se procesaron 180.000 l de leche de cabra y se produjeron 21.900 kg de queso. Actualmente esta producción se mantiene, aproximadamente, en esos niveles, lo que indicaría que se producen alrededor de 158.000 l de suero al año.

El carácter estacional de la producción de leche de cabra además determina que la producción de

quesos, y consecuente liberación del lactosuero, se concentre en los meses de agosto a marzo.

La alta demanda biológica de oxígeno de estos desechos, estimada entre 30 y 50 mil partes por millón (ppm), los convierte en graves focos de contaminación ambiental.

Sin embargo, el lactosuero, presenta un importante valor nutricional por su contenido en proteínas, lactosa, vitaminas (grupo B y ácido ascórbico) y sales minerales (principalmente potasio, calcio, fósforo, sodio y magnesio). Las proteínas retenidas son de alto valor biológico por su contenido en triptófano, lisina y aminoácidos azufrados. Investigaciones recientes demostraron la diversidad de usos nutricionales de este producto, concluyéndose que es más beneficioso emplearlo que convertirlo en efluente (Londoño, 2008).

Debido a sus propiedades nutricionales, el bajo costo de obtención, y el escaso aprovechamiento industrial, el lactosuero se ha utilizado como uno de los ingredientes en la elaboración de bebidas fermentadas con una acidez final del 0,54%, y que han sido aceptadas por el consumidor (Miranda, 2007).

Estos productos fermentados son considerados alimentos funcionales debido a que durante la fermentación las BAL generan metabolitos (ácidos orgánicos, péptidos, vitaminas, etc.) y eliminan o disminuyen la concentración de compuestos tóxicos, resultando en un efecto benéfico sobre la salud del consumidor.

En el mercado existe una amplia disponibilidad de fermentos lácticos comerciales, que se emplean para la elaboración de diferentes tipos de productos lácteos. Sin embargo aún no se han empleado en suero lácteo de origen caprino.

Se busca aprovechar el lactosuero producido por la industria láctea local a favor de la obtención de un alimento saludable. En este contexto, el desarrollo de esta bebida fermentada con BAL es una alternativa innovadora para el uso del suero lácteo caprino, sin necesidad de grandes inversiones y grandes cambios en la fabricación de rutina. De este modo además, las industrias también reducen la contaminación del medio ambiente y se logra mejorar el valor nutricional del suero.

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de fermentos lácticos comerciales, utilizados para la obtención de yogur, para elaborar una bebida láctea fermentada a partir del lactosuero caprino.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 *Materia prima*

El lactosuero se obtuvo de la elaboración de quesos de cabra frescos artesanales, de la cuenca lechera de Santiago del Estero. Se seleccionó un productor cuya leche ha sido caracterizada fisicoquímica y microbiológicamente en trabajos previos realizados (Frau, 2012). Las muestras fueron extraídas del pool resultante de la elaboración diaria de quesos dulces, transportada refrigerada al laboratorio y luego conservada a -18°C hasta su empleo en la elaboración.

2.2 *Elaboración de la bebida*

Se estudió el proceso de elaboración de la bebida en función de lo descrito en la bibliografía (Londoño, 2008; Miranda, 2007; Peña, 2001, Teixeira, 2003). En una primera etapa se pasteurizó el suero crudo en frascos de vidrio a 75°C durante 20 min, con el fin de reducir la carga microbiana. Posteriormente se enfrió a 42°C y se inoculó con las cepas comerciales en condiciones de esterilidad. La cepa comercial empleada fue la SLB 95, de siembra directa, integrada por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Se inoculó al 2% y

se realizó la fermentación en estufa a 42°C durante 36 hs. Se tomaron muestras cada 2 hs para evaluar indirectamente el crecimiento microbiano mediante la determinación de acidez y pH. Además se tomaron muestras cada 4 hs para realizar la determinación del contenido de grasa, proteína, sólidos no grasos (SNG), lactosa y recuento microbiano. Finalmente se filtró el producto fermentado y se llevó a envases de vidrio estériles, para su almacenamiento en heladera a 2°C. Los ensayos se realizaron por triplicado.

2.3 *Análisis físicos y químicos del suero*

Se determinó el contenido (%p/v) de: grasa, proteína, lactosa, SNG, empleando el analizador LactoStar Funke Gerber 3560 calibrado con lactosuero caprino de acuerdo a métodos oficiales (AOAC, 1990) y en concordancia con el INTI Lácteos). Los sólidos totales (ST) se calcularon a partir de los datos de contenido de grasa y SNG. Los análisis de pH; acidez titulable y cenizas empleando métodos oficiales (AOAC, 1990).

2.4 *Análisis microbiológicos del suero*

Aerobios mesófilos totales empleando International Dairy Federation. Enumeration of Microorganisms-Plate Loop Technique at 30° C. Standard FIL-IDF 131:1985.

Coliformes totales y fecales empleando ICMSFa y b, 1996.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observan las curvas correspondientes a las variaciones durante el proceso de elaboración del pH, acidez titulable y % de lactosa. Como resultado de la acción de las BAL, la concentración de ácido láctico en la bebida se incrementó en 5 veces respecto de los valores observados en el suero crudo. Por su parte, el pH decreció hasta 3,40, de un valor inicial de 6,37. En cuanto al contenido de lactosa en la bebida, disminuyó en 1,20 unidades.

En la Tabla 1 se presentan los valores correspondientes a la composición físico-química del suero de queso y la bebida fermentada, respectivamente. Se observa también una disminución de los sólidos totales de la bebida hasta 6,7% y un incremento en la cantidad de proteína bruta en la bebida obtenida a 0,86%. La disminución de los valores de grasas y sólidos totales, con respecto al suero crudo, puede deberse al proceso de filtrado que se realizó posterior a la fermentación con el propósito de mejorar la apariencia del producto final. El aumento

en el contenido de proteína se puede ligar al crecimiento del cultivo láctico utilizado.

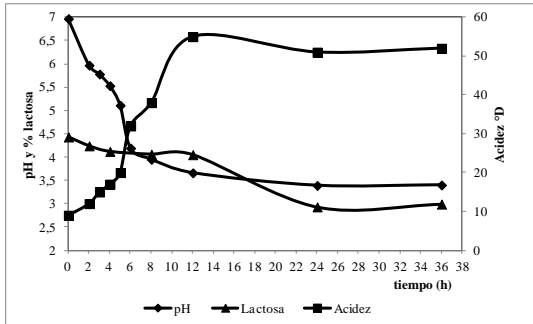


Figura 1. Variación del pH, acidez titulable y contenido de lactosa durante el proceso de fermentación del lactosuero caprino.

Se logró un incremento tiempo dependiente de la acidez del producto fermentado, así como una marcada disminución del pH. Ello demuestra que el fermento láctico comercial inoculado en el suero de queso logró crecer en este medio, gracias en parte, a la composición de nutrientes de la materia prima inicial. Sin embargo los valores de acidez titulable, medidos en ° Dornic, son muy inferiores a los observados en yogures (60 a 150°D).

Tabla 1. Características físico- químicas del Suero Crudo y Producto Final.

	Suero Crudo	Producto Final
Grasa	1.07% ±0.11	0,78% ±0.33
Proteína	0.79% ±0.04	0.86% ±0.03
Sólidos totales	7.04% ±0.18	6,7% ± 0.22
Cenizas	0.46% ±0.06	0.50% ±0.06
Lactosa	4.25% ±0.30	2.99% ±0.33
Acidez	11°D ±2.77	52°D ±5.13
pH	6.37 ±0.23	3.4 ±0.55

La disminución del contenido de lactosa durante el proceso de elaboración de la bebida fermentada puede ser atribuible a la metabolización de este compuesto en ácido láctico, como consecuencia del crecimiento y la actividad de los cultivos lácticos. Se debe recordar que estos cultivos utilizan la lactosa como fuente de carbono y energía para el crecimiento y la multiplicación celular. Resultados similares permiten explicar los cambios en las concentraciones de lactosa que ocurren durante la elaboración de yogur (Samona, 1996). La hidrólisis de la lactosa modifica sus propiedades funcionales y previene la cristalización, aumentando la vida útil de los productos lácteos así como la disponibilidad de azúcares fácilmente fermentables (Barberis, 2002). Además la disminución del contenido de

este azúcar le otorga a la bebida propiedades de interés para su empleo en casos de intolerancia a la lactosa.

En la Tabla 2 se muestra el crecimiento de las BAL durante la fermentación y en la Figura 2 se representa la curva de crecimiento, correspondiente a este proceso. Estos datos permiten observar que el cultivo presenta su máxima velocidad específica de crecimiento (fase de crecimiento exponencial) durante las primeras 8 h. A partir de ese momento y hasta las 24 h de proceso la concentración de células viables se mantiene en sus valores máximos ($3,9 \times 10^8$ - $4,5 \times 10^8$ UFC/ml). La cantidad de bacterias viables en el producto final, luego de 36 h fue de $6,38 \times 10^7$ UFC/ml como promedio, valor éste comprendido dentro de las especificaciones de calidad para las bacterias ácido-lácticas durante el proceso de fermentación del yogur.

Tabla 2. Curva de crecimiento de BAL. UFC/ml vs. Tiempo.

Tiempo (h)	UFC/ml
0	$3,7 \times 10^4$
4	$6,7 \times 10^6$
8	$3,92 \times 10^8$
12	$3,74 \times 10^8$
16	$4,47 \times 10^8$
24	$4,00 \times 10^8$
36	$6,38 \times 10^7$

También se observa que una vez alcanzada la máxima concentración de microorganismos no hubo un crecimiento celular significativo, debido al efecto inhibitorio del ácido láctico sobre el crecimiento celular, ampliamente reportado en la literatura (Trujillo, 1998 y Balanec, 2007).

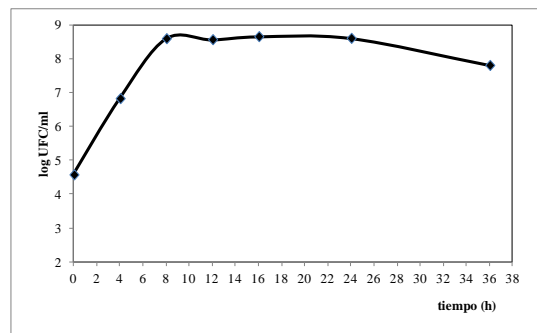


Figura 2. Curva de crecimiento de BAL. Log UFC/ml vs. Tiempo.

Otros autores indicaron, en trabajos realizados con suero láctico de origen bovino, en los que el tiempo de fermentación para la bebida se calculó a partir del comienzo de la inoculación hasta que la obtención de un valor de pH cerca de 4.7 a 4.8, que los tiempos de fermentación variaron desde 180 hasta 255 minutos, pero la diferencia en los niveles de azúcar en suero y fructooligosacáridos pueden haber influido ligeramente el tiempo de fermentación. (Pinheiro, 2003) utilizando el cultivo que contiene *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* y *Bifidobacterium*, obtienen un valor promedio de 315 min en la preparación de yogur probiótico con edulcorantes. En la Tabla 2 también puede observarse que el número de bacterias lácticas viables se encuentra dentro del rango consignado como requerimiento para leches fermentadas por el Código Alimentario Argentino. Este indica que los microorganismos de los cultivos utilizados deben ser viables activos y estar en concentración igual o superior a la consignada (10^6 - 10^7 UFC/g). Esto demuestra que el lactosuero es apto para el crecimiento bacteriano y además es posible que durante el proceso de incubación se haya producido una protooperación entre *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, como se ha reportado (Samona, 1996 y Soydemir, 2008).

Los estudios microbiológicos de coliformes totales permitieron probar que la bebida fue realizada en condiciones higiénicas-sanitarias adecuadas, y que el número de organismos encontrados se encuentra dentro de las especificaciones de calidad microbiológica establecidas.

La evaluación de las características organolépticas de la bebida fermentada permitieron avalarla como un producto de sabor ligeramente ácido, agradable al paladar, muy similar a un yogur aromatizado.

El aroma y consistencia final se debe a que *L. bulgaricus* es responsable de la acidificación que favorece la coagulación de las caseínas y *S. thermophilus* de la liberación de aroma (Purwandari, 2007). Ambas bacterias son productoras de EPS, estos polisacáridos contribuyen a aumentar la viscosidad y alcanzar una textura más favorable en el producto final, además de evitar la adicción de estabilizantes (Jolly, 2002).

4 CONCLUSION

El fermento comercial SLB 95 demostró capacidad para su desarrollo en lactosuero de orino caprino.

La curva de crecimiento de las BAL indica que al cabo de 8 horas de incubación se alcanzan las máximas concentraciones de microorganismos viables. El pH y la acidez alcanzan sus máximos valores a las 12 h.

Para obtener la máxima disminución del contenido de lactosa en la bebida fermentada es necesario que el proceso de fermentación se extienda al menos por 24 h.

Los resultados demuestran que es factible aprovechar el lactosuero de origen caprino para obtener una bebida de elevado valor nutricional, bajo costo de producción y agradable para el consumidor.

5 BIBLIOGRAFIA

Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International. 15th edition, Volume 2, 1990.

Balannec B, Bouguettoucha A, Amrane A. Unstructured model for batch cultures without pH control of *Lactobacillus helveticus* – inhibitory effect of the undissociated lactic acid. *Biochem Engin J.*; 35(3): 289-294. 2007

Barberis S., Segovia R.: “Maximun volumetric production of b-galactosidase by *Kluyveromyces fragilis*”. *J. Chem. Tech. Biotech.*, Vol.77, 706-710. 2002

Frau, Florencia; Graciela Font; Raul Paz; Nora Pece. Composición físico-química y calidad microbiológica de leche de cabra en rebaño bajo sistema extensivo en Santiago del Estero (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* Vol 111 (1): 1-7. 2012

ICMSFa. Recuento de coliformes: Técnica del número más probable (NMP). Método 2. ICMSF. Microorganismos de los Alimentos, Técnicas de análisis microbiológicos Volumen I. 2° Edición. Zaragoza, España: editorial Acribia; 128-140. 1996

ICMSFb. Determinación de organismos coliformes de origen fecal. Método 2 (Europeo). ICMSF. Microorganismos de los Alimentos, Técnicas de análisis microbiológicos Volumen I. 2° Edición. Zaragoza, España: editorial Acribia; 128-140. 1996

International Dairy Federation. Enumeration of Microorganisms-Plate Loop Technique at 30° C. Standard FIL-IDF 100B:1991.

Jolly L, Vincent SJF, Duboc P, Neeser JR. Exploiting exopolysaccharides from lactic acid bacteria. *Antonie Leeuwenhoek*; 82:367-74. 2002.

- Londoño, M.M. y B.N. Marciales. Viabilidad del cultivo láctico en la elaboración de una bebida fermentada utilizando suero de queso fresco. Tesis Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 91 p. 1999.
- MAGyP. Caracterización del sector caprino en la Argentina. 2011.
http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/procal/estudios/04_Caprino/SectorCaprino_Argentina.pdf. Consultado el 15 de junio de 2013.
- Miranda Miranda O, Fonseca PL, Ponce I, Cedeño C, Sam L, Martí L. Bebida fermentada a partir del suero de queso. Oficina Cubana de la Propiedad Industrial. 2007.
- Miranda Miranda, O. , P. L. Fonseca, I. Ponce, C. Cedeño, L. Sam Rivero, L. Martí Vázquez. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. Características distintivas y control de calidad. *Rev Cubana Aliment Nutr*;17(2):103-108. 2007
- Pece, N. y Frau, F. Predicción del rendimiento quesero a partir de la composición de leche de cabra de raza Anglo Nubian en Santiago del Estero. *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA (Tomo II)*. ISBN: 978-987-1341-39-9. 2008
- Peña, C.M. e I.E. Flórez. Utilización del lactosuero de queso fresco en la elaboración de una bebida fermentada, con adición de pulpa de maracuyá (*Passifloras edulis*) y diferentes mezclas de carboximetilcelulosa (CMC), enriquecida con vitaminas A y D. Trabajo de grado. Ingeniería Agrícola y de Alimentos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 180 p. 2001.
- Pinheiro, M. V. S. Caracterização de iogurtes fabricados com edulcorantes, fermentados por cultura láctica probiótica. 2003. 196f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – IBILCE / UNESP, São José do Rio Preto, 2003.
- Purwandari U, Shah NP, Vasiljevic T. Effects of exopolysaccharide-producing strains of *Streptococcus thermophilus* on technological and rheological properties of set-type yoghurt. *Int Dairy J*;17:1344–52. 2007
- Samona AR, Robinson S, Marakis S. Acid production by bifidobacteria and yogurt bacteria during fermentation and storage of milk. *Food Microbiology*;13:275-80. 1996
- Soydemir, E. Determination of whey based medium requirements and growth characteristics for the production of yoghurt starter cultures. [Tesis de Maestría]. Pretoria. University of Pretoria; 2008.
- Thamer, K y Penna A. L. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(3): 589-595, jul.-set. 2006.
- Teixeira SBM, Caro Chauca RP, Do Vale H, Abreu LR, Riveiro AC. Elaboración de una bebida láctea a partir del suero Ricota. *Alimentaria*; 349:97-101. 2003
- Trujillo M, Suárez F, Gallego D. Fermentación láctica en continuo a partir de suero dulce de leche desproteinizado. *Rev Col Biotecnol.*; 1 (1): 45-50. 1998.
- Valenti, A. Mercado de lácteos caprinos. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones 2002.