

Fermented milk drink from cheese whey with added passion fruit pulp

**Angelly Patricia Martínez Rodríguez^{1*}, Claudia Denise De Paula²,
Mónica María Simanca Sotelo²**

¹Universidad de Córdoba. Km 3 Vía Ciénaga de Oro, Berástegui. Córdoba, Colombia.

²M.Sc. en Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Córdoba.

*cdepaula@correo.unicordoba.edu.co

Abstract

Whey is a by-product of cheese and a source of protein of high biological value that is not used in Colombia. The objective of this research was to obtain a fermented milk drink from serum, and then flavored with passion fruit pulp. To prepare the drink was used coastal cheese whey and pulp commercial of passion fruit, to which were tested to measure their quality bromatological. The whey was filtered, pasteurized at 70°C for 30 minutes, cooled to 6°C and stabilized with 0,04% of sodium tripolyphosphate and hydrolysed for 10 hours with intermittent agitation and concentrations of BD-galactosidase enzyme: 4,4 mL/L, 2,8 mL/L, 1,2 mL/L and a control. pH monitoring was conducted and acidity at 0; 3,5; 7 and 10 hours. The percentage of hydrolysis was determined by the cryoscopic point variation during 16 hours. The hydrolyzate whey was fermented with MY800 DANISCO thermophilic culture until a pH of 5,8 and cooled to 4°C. Five beverages were prepared with 14 ° Brix pulp and different concentrations (5; 7,5; 10, 12 and 15%). Drinks were evaluated by 59 untrained tasters through order-preference test, the samples was submitted in order casualizado. During the hydrolysis of serum used a 4x4 factorial design, represented by the concentration of enzyme and the hydrolysis time. The results of the hydrolysis showed the absence of significant differences ($p>0,05$), were chosen the most economical treatment with concentration of 1,2 mL/L of enzyme, likewise was determined that this treatment the decreased freezing point 93,1%. The lactose-free drinks and fermented with the addition of 10% of pulp was the most preferred and the drink with 5% pulp was the lowest preference ($p<0,05$), whereas treatment with 7,5; 12,5 and 15% did not differ significantly from each other. The tasters declared their preference for the combination of drink/pulp = 90/10 and considered to very good product, newfangled and enhancer of serum characteristics increasing its value added.

Keywords: beverage, hydrolyzed, whey, passion fruit, preference.

Bebida láctea fermentada a partir de suero de quesería con adición de pulpa de maracuyá

Resumen

El suero es un subproducto de la elaboración de queso y una fuente de proteínas de alto valor biológico que no se aprovecha en Colombia. El objetivo de esta investigación fue obtener una bebida láctea fermentada a partir de suero, y saborizada posteriormente con pulpa de maracuyá. Para la elaboración de la bebida se utilizó suero de queso costeño y pulpa comercial de maracuyá, a los cuales se les realizaron pruebas bromatológicas para medir su calidad. El suero fue filtrado, pasteurizado a 70°C por 30 minutos, enfriado a 6°C y estabilizado con tripolifosfato de sodio al 0,04% e hidrolizado durante 10 horas con agitación intermitente y concentraciones de enzima B-D-galactosidasa: 4,4 mL/L, 2,8 mL/L, 1,2 mL/L y un control. Se realizó seguimiento del pH y la acidez a las 0; 3,5; 7 y 10 horas. El porcentaje de hidrólisis se de-

terminó mediante la variación del punto crioscópico durante 16 horas. El suero hidrolizado fue fermentado con cultivo termófilo DANISCO MY800 hasta alcanzar un pH de 5,8 y enfriado hasta 4°C. Se elaboraron cinco bebidas con 14 °Brix y diferentes concentraciones de pulpa (5; 7,5; 10; 12 y 15%). Las bebidas fueron evaluadas por 59 catadores no entrenados mediante una prueba de ordenamiento-preferencia, presentando las muestras en orden casualizado. Durante la hidrólisis del suero se utilizó un diseño factorial 4x4, representado por la concentración de enzima y el tiempo de hidrólisis. Los resultados de la hidrólisis revelaron la inexistencia de diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$); se escogió el tratamiento más económico con concentración de 1,2 mL/L de enzima; así mismo se determinó que para este tratamiento el punto crioscópico disminuyó en un 93,1%. La bebida deslactosada y fermentada con adición del 10% de pulpa fue la más preferida y la bebida con 5% de pulpa fue la de menor preferencia ($p \leq 0,05$), mientras que los tratamientos con 7,5; 12,5 y 15% no presentaron diferencias significativas entre sí. Los catadores declararon su preferencia por la combinación de bebida/pulpa 90/10 y consideraron al producto muy bueno, novedoso y mejorador de las características del suero aumentando su valor agregado.

Palabras clave: bebida, deslactosado, suero, maracuyá, preferencia.

Introducción

El suero es un subproducto de la elaboración del queso, que contiene proteínas y fracciones proteicas de alto valor biológico como la β -lactoglobulina (6-8 g/L), la α -lactoalbúmina (1-2 g/L), péptidos, albúmina sérica (0,4 g/L), inmunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidasa y glicomacropéptidos, alta cantidad de lactosa (44-52 g/L), minerales (4,3-9,5 g/L) y vitaminas [1,2]. Para el año 2010, Colombia registró en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca un total de 10 millones de Kg de queso comercializado, donde se obtuvieron aproximadamente 90.000.000 L de lactosuero [3].

En Colombia el suero no es aprovechado, sino que se utiliza para engorde de animales o es vertido a corrientes de agua debido al desconocimiento de otras formas de aprovechamiento del mismo. El aprovechamiento del suero es de gran importancia, ya que por su composición con proteínas de alto valor biológico y una cantidad importante de vitaminas y minerales, se pueden obtener productos rentables y de alto valor nutritivo, que pueden contribuir a la disminución de la población desnutrida en Colombia y posibilitan su desarrollo agroindustrial aumentando la disponibilidad de alimentos de alto valor biológico a la población de escasos recursos ya que estas bebidas se caracterizan por ser económicas [1]. Algunas investigaciones recientes han demostrado que es más provechosa su utilización que convertirlo en efluente.

El proceso de hidrólisis de la lactosa contenida en el lactosuero genera un impacto positivo

al facilitar el consumo por parte de la población intolerante a la lactosa, conformada por el 25% de los americanos caucásicos [4]; y su utilización beneficia principalmente a los productores de queso costeño, ya que agregará valor a este subproducto y evitará una contundente contaminación ambiental, teniendo en cuenta la demanda biológica del suero, que es del orden de 40.000 a 50.000 de O_2 mg/L, es decir, que el vertido de un litro de suero a los efluentes causaría la muerte de todos los peces contenidos en una tonelada de agua [1].

En Suiza desde 1952 se elabora una bebida carbonatada a partir de lactosuero desproteínizado, y se comercializa en Canadá, Francia y otros países con el nombre de Rivella; en USA el lactosuero se aprovecha para la producción de "Nitrotech" cuyo ingrediente principal es la proteína del suero procesada con tecnología de hiperdispersión nanomolecular, que permite una absorción de aminoácidos de una forma casi instantánea en el músculo, con aumento rápido de la masa y fuerza muscular [5, 6]. En Colombia, se han llevado a cabo investigaciones para el aprovechamiento del lactosuero, de esta forma se elaboró una bebida fermentada con adición de pulpa de maracuyá a partir del lactosuero [7], en otro ensayo se empleó la biotransformación del lactosuero con un conjunto de microorganismos del kéfir para obtener una bebida refrescante de tipo lácteo [8], y en otra investigación se obtuvo una bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei* [1].

El objetivo de este estudio fue obtener una bebida láctea deslactosada y fermentada a partir de suero de quesería con pulpa de maracuyá, que permite brindar un alternativa de aprovechamiento de este subproducto de la industria quesera.

Materiales y métodos

Materiales: Para la elaboración de la bebida se utilizó suero fresco de queso costeño, sacarina, pulpa pasteurizada comercial de maracuyá, estabilizantes como el tripolifosfato de sodio y Multigel® (CMC, goma guar y goma xantán), enzima Maxilact L2000® (lactasa de levadura láctea *Kluyveromyces marxianus var lactis*), cultivo lácteo termófilo DANISCO'S Choozit MY800 (fermentos lácticos concentrados liofilizados para inoculación directa: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii sub bulgaricus* y *Lactococcus lactis sub lactis*).

Análisis de materias primas: Para valorar la calidad de la materia prima se realizaron los siguientes análisis por triplicado: en el suero, la acidez (A.O.A.C. 947.05/90), el pH (A.O.A.C. 981.12/90), los sólidos solubles (A.O.A.C. 932.12/90), sólidos totales (A.O.A.C. 925.105/90), proteína (A.O.A.C. 920.05/90), extracto etéreo (A.O.A.C. 989.04/90) y lactosa (FIL 28 A/74) [8]. A la pulpa comercial de maracuyá se le determinó el pH, acidez y sólidos solubles (A.O.A.C. 932.12/90) [9].

Hidrólisis del suero: Se filtraron 12 L de suero en papel para leche Filtromass (filtro biodegradable desechable para leche, con capacidad de 1 cada 40 litros), se pasteurizó a 70°C por 30 minutos, se enfrió hasta $6 \pm 2^\circ\text{C}$ y se caracterizó nuevamente. Luego se adicionó el estabilizante tripolifosfato de sodio al 0,04% y se dividió el suero en recipientes de vidrio esterilizados para adicionarle inmediatamente la enzima (β -galactosidasa) en concentraciones de: 4,4; 2,8; 1,2 y 0 mL/L, de acuerdo a la ficha técnica de la enzima; de esta manera se obtuvieron los cuatro tratamientos con sus tres repeticiones, siendo la concentración de 0 mL/L el Control. La hidrólisis se realizó en baño de maría a 6°C por 10 horas con agitación manual, tomando muestras a las 0; 3,5; 7 y 10 horas para realizar análisis de pH y acidez.

Para determinar el porcentaje de hidrólisis del suero, se tomaron muestras de cada tratamien-

to al inicio y al final del proceso de hidrólisis (a las 0 y 10 horas), se sometieron a un tratamiento térmico de 85°C por 1 minuto para inhibir la enzima, se refrigeraron a 4°C y se transportaron refrigeradas, en un tiempo inferior a 12 horas, al laboratorio de Control de Calidad de la empresa Proleche-Parmlat ubicada en Cereté-Córdoba (Colombia) para su análisis. El punto crioscópico se determinó según el método FIL 108B (1991), en el crioscopio termistor CRYO-STAR, Funke Gerber, modelo I, que utiliza etilenglicol como líquido refrigerante. La variación del porcentaje del punto crioscópico se expresó en grados °Horvet. Para determinar el tratamiento con mayor porcentaje de hidrólisis se evaluó el cambio en el punto crioscópico de cada tratamiento, y se seleccionó el que presentó mayor variación. Al tratamiento seleccionado se le realizó un seguimiento bajo las mismas condiciones, determinando el punto crioscópico cada 2 horas por un período de 16 h para establecer el porcentaje máximo de variación.

Formulación de la bebida: Para la formulación de la bebida deslactosada y fermentada se basó en la caracterización de las materias primas (pulpa pasteurizada de maracuyá y suero hidrolizado). Se elaboraron cinco tratamientos con diferentes porcentajes de pulpa de maracuyá (5; 7,5; 10; 12 y 15%) y un valor final de 14 °Brix. Los tratamientos se evaluaron sensorialmente por medio de una prueba de ordenamiento-preferencia, por 59 catadores consumidores, utilizando la nota 1 para la más preferida y 5 para la menos preferida. Las muestras se codificaron con números de tres dígitos y presentadas al azar en vasos plásticos con capacidad de 30 mL.

Análisis estadístico: Para la evaluación de los resultados de la caracterización bromatológica y fisicoquímica del suero se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tipos de suero (fresco, fermentado e hidrolizado) y 3 repeticiones, totalizando 9 unidades experimentales. Para comparar las medias de los análisis bromatológico y fisicoquímico se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey al 5%. Para la evaluación del pH y acidez durante la hidrólisis del suero se utilizó un diseño factorial 4 x 4, tomando como factores la concentración de enzima (4,4; 2,8; 1,2 y 0 mL/L) y el tiempo de hidrólisis (0; 3,5; 7; 10 horas). En la etapa de hidrólisis del suero, se utilizó un diseño completamente al azar

($p \leq 0,05$) con cuatro tratamientos (concentración de enzima) cuya variable respuesta fue el punto crioscópico; en éste último diseño, el tratamiento control fue utilizado solamente como blanco, ya que su valor fue constante. Los datos de la prueba sensorial ordenamiento-preferencia de la bebida fueron analizados por medio de una prueba de Friedman ($p \leq 0,05$). El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1 licenciado por la Universidad de Córdoba.

Resultados y discusión

Análisis de materias primas: Los resultados de la caracterización bromatológica y fisicoquímica del suero fresco y la pulpa comercial se presentan en la Tabla 1.

En la Tabla 1 se observa que no hubo variación en la composición fisicoquímica y bromatológica del suero (fresco, pasteurizado e hidrolizado), excepto para pH y sólidos totales ($p \leq 0,05$). Se determinó que en el suero pasteurizado no se detectó variación ($p \geq 0,05$) en las características de acidez, pH, proteína y materia grasa con relación al suero fresco, sin embargo, se presentó un aumento en el contenido de sólidos totales, lo cual podría deberse a la fermentación de la lactosa por microorganismos presentes, reflejándose en el incremento de sólidos totales, pero no lo suficiente para alterar el pH y la acidez.

Todos los resultados estuvieron dentro de los parámetros establecidos en el artículo 52 de la

Resolución 2310/1986 del Ministerio de Salud de Colombia. El pH y la acidez fue similar a lo obtenido por Flórez y Peña (2003), de 6,7 y 0,09% y al obtenido por Londoño *et al.* (2008) de 6,47 y 0,08% [1, 7]; los sólidos totales fueron inferiores a los reportados por Londoño *et al.* (2008) [1]; el porcentaje de proteína concuerda con el reportado por Londoño *et al.* (2008) de 0,96% [1], pero es mayor al reportado por Flórez y Peña (2003) de 0,83% [7]. La cantidad de lactosa reportada es más alta que la de Londoño *et al.* (2008) de 4,4% [1], pero inferior a la obtenida por Flórez y Peña de 4,69% [7]. Las diferencias encontradas entre los resultados de esta investigación y los obtenidos por Flórez y Peña (2003) [7] y Londoño *et al.* (2008) [1] se deben a las diferencias entre las materias primas utilizadas, las condiciones ambientales y locales como por ejemplo el ordeño y clima, lo cual afectan la composición de la leche y sus características microbiológicas [10, 11]. Comparando con los resultados obtenidos por Londoño *et al.* en 2008 [1], el pH y la acidez de la pulpa de maracuyá fueron ligeramente inferiores, mientras que los sólidos solubles presento un valor mucho menor (21 °Brix) [1]; esta diferencia en los sólidos solubles se debe al grado de madurez de la fruta seleccionada, ya que la pulpa empleada en esta investigación fue pulpa comercial pasteurizada y estandarizada (11,67±0,58 °Brix), que cumple con la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5468 de 2007 para jugos y zumos de fruta, la cual establece que la cantidad de sólidos solubles para los jugos comerciales de maracuyá debe estar entre 12 y 13 °Brix [12].

Tabla 1
Parámetros fisicoquímicos y bromatológicos del suero y la pulpa

Análisis realizado	Suero* fresco	Pulpa de * maracuyá	Suero * pasteurizado	Suero * hidrolizado
Acidez (% ácido láctico)	0,11 ^a ±0,01	2,33±0,15	0,11 ^a ±0,01	0,11 ^a ±0,01
pH	6,58 ^a ±0,01	2,51±0,01	6,58 ^a ±0,01	6,53 ^b ±0,01
Sólidos solubles	—	11,67±0,58	—	7,47±0,12
Sólidos totales (%)	6,83 ^a ±0,57	—	7,15 ^b ±0,14	8,20 ^c ±0,21
Proteína (%)	0,98 ^a ±0,01	—	0,98 ^a ±0,02	0,96 ^a ±0,20
Materia grasa (%)	0,40 ^a ±0,00	—	0,40 ^a ±0,00	0,40 ^a ±0,00
Lactosa (%)	4,54 ^a ±0,02	—	4,53 ^a ±0,08	—

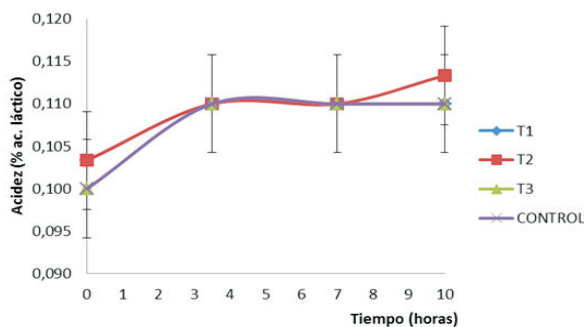
* Media de 3 repeticiones ± desviación estándar. ** Medias con misma letra en la línea no difieren entre sí al nivel del 5% de probabilidad para el test de Tukey.

Suero pasteurizado e hidrólisis del suero fresco:

De acuerdo a la Tabla 1, la acidez y la materia grasa del suero hidrolizado permanecieron constantes con relación al suero fresco, la proteína y el pH presentaron una disminución del 0,02% y del 0,05% respectivamente; mientras que los sólidos totales aumentaron en un 1,37% debido al proceso de hidrólisis de la lactosa, la cual se produce galactosa y glucosa.

En la Figura 1 se presenta el comportamiento del pH y la acidez de los tratamientos durante la hidrólisis, observándose que hay significancia ($p \leq 0,05$) entre el tiempo de hidrólisis y el pH, ya que todos los tratamientos presentan una tendencia a disminuir el pH durante el proceso de hidrólisis.

Los resultados de la hidrólisis revelaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los niveles de enzima adicionada y el pH del suero, observándose dos grupos homogéneos, el primero conformado por los tratamientos T1 (4,4 mL/L), T2 (2,8 mL/L) y el Control (0,0 mL/L); y el segundo grupo conformado por el tratamiento T3 (1,2 mL/L). También se encontraron diferentes valores en el pH al inicio de los experimentos (0 horas), a pesar de haber utilizado el mismo lactosuero para todos los tratamientos, lo cual podría deberse a la adición de enzima. Ninguno de los tratamientos empleados tuvo una variación de pH superior a 0,1 atribuido a la adición del estabilizante utilizado (tripolifosfato de sodio), que actuó como regulador de pH (buffer); este estabilizante es permitido legalmente según la NTC 3856/2004 para productos lácteos y la norma general para aditivos alimentarios del Codex [13, 14].



No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$) en la acidez del suero durante la hidrólisis de la lactosa, causadas por las diferentes concentraciones de enzima; mientras que el tiempo de hidrólisis presentó significancia ($p \leq 0,05$) sobre la acidez, solamente durante las primeras 3,5 horas de hidrólisis; sin embargo, se observó en el tratamiento T2 (2,8 mL/L) un valor de acidez ligeramente inferior a las 0 horas. Así mismo, se pudo corroborar la relación inversa entre los resultados de la acidez y el pH.

En la Tabla 2 se pueden apreciar los cambios del punto crioscópico para cada uno de los tratamientos en la hidrólisis; se observó disminución en el punto crioscópico en la medida que disminuía la concentración de enzima, pudiendo atribuirse este resultado a la relación de esta propiedad coligativa con la concentración de los solutos y sus pesos moleculares. Por lo tanto, la obtención de azúcares más simples como la glucosa y la galactosa durante la hidrólisis, es la principal causa en la disminución del punto de congelación.

Tabla 2
Cambios del punto crioscópico durante el proceso de hidrólisis

Tratamiento	Punto crioscópico ($^{\circ}\text{H}$)*
T1	$-0,1687 \pm 0,00054^a$
T2	$-0,1651 \pm 0,00173^a$
T3	$-0,1643 \pm 0,00135^a$

* Media de 3 repeticiones \pm Desviación estándar.

** Medias con misma letra no difieren entre sí al nivel del 5% de probabilidad para el test de Tukey.

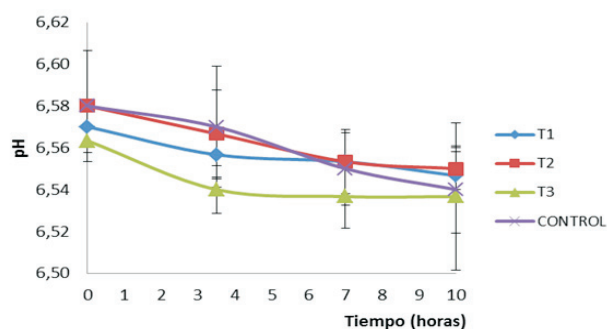


Figura 1. Comportamiento de la acidez y el pH durante la hidrólisis.

ción [15]. En la hidrólisis el tratamiento Control presentó un cambio en el punto crioscópico de $-0,0005$ °Horvet, siendo este valor restado al cambio en el punto crioscópico de cada uno de los tratamientos para determinar el cambio real.

Los tratamientos T1, T2 y T3 no presentaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$), es decir, para las cantidades de enzima utilizadas se obtuvo el mismo grado de variación en el punto crioscópico del suero, obteniendo el mismo grado de hidrólisis al finalizar el ensayo, razón por la cual se seleccionó el tratamiento T3 (1,2 mL/L), el cual arrojaba el mismo resultado y era el más económico. En la Figura 2 se presenta la variación del punto crioscópico del tratamiento seleccionado (T3) durante el período de 16 horas de hidrólisis.

En la Figura 2 se observa que a partir de las 12 horas el punto crioscópico comienza a estabilizarse. El cambio promedio registrado durante las 12 hasta las 16 horas fue de $-0,0015$ °H, y el punto crioscópico más bajo fue de $-0,7859$ °H a las 16 horas; determinando de esta manera que la variación del punto crioscópico del tratamiento T3 hasta las 10 horas fue de 93,10%. La variación del punto crioscópico depende del porcentaje de hidrólisis de la lactosa, por lo tanto, se puede asumir que se obtuvo más del 80% de hidrólisis de lactosa.

Formulación de la bebida: Los resultados de la caracterización de la hidrólisis del tratamiento seleccionado (T3) para el proceso de hidrólisis, se presentan en la Tabla 1. La acidez y el porcentaje de grasa del suero hidrolizado permanecieron constantes con relación al suero fresco, mientras que los sólidos totales aumentaron en un 1,37% debido al proceso de hidrólisis de la lactosa, en el cual se produce galactosa y gluco-

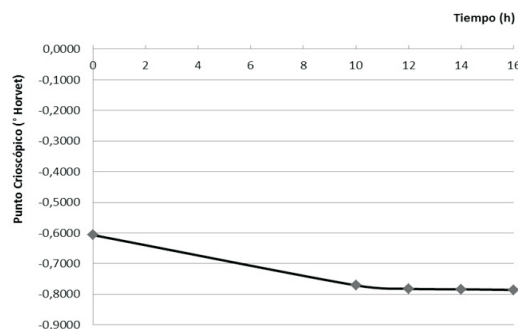


Figura 2. Variación del punto crioscópico para el tratamiento 3 en el período de 16h.

sa. La proteína presentó una disminución del 0,02% y el pH una disminución de 0,05.

En la formulación de las bebidas se estableció que debían tener una concentración final de 14 °Brix, y se tuvo en cuenta además el aumento que genera el proceso de fermentación; por lo cual luego de pasteurizar la mezcla, se realizó la fermentación hasta alcanzar un pH de 5,8. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y bromatológicos de la bebida sin pulpa pasteurizada y fermentada se observan en la Tabla 3.

La bebida pasteurizada sin pulpa, elaborada a partir de suero hidrolizado presentó un aumento de sólidos totales del 5,78% y un aumento de sólidos solubles del 6,20%, debido a la sacarosa adicionada. También se presentó una disminución de la proteína del 0,02% y una disminución de la materia grasa del 0,2%, ya que al adicionar otros sólidos estos componentes disminuyen proporcionalmente; sin embargo, características como el pH y la acidez permanecieron constantes.

Tabla 3
Parámetros fisicoquímicos y bromatológicos de la bebida sin pulpa

Característica	B. Pasteurizada*	B. Fermentada*
Acidez (% ácido láctico)	0,11±0,01	0,15±0,01
pH	6,52±0,01	5,83±0,06
Sólidos totales (%)	13,98±0,11	14,28±0,11
Sólidos solubles (%)	13,67±0,35	13,83±0,29
Proteína (%)	0,94±0,02	1,20±0,09
Materia grasa (%)	0,20±0,00	0,17±0,06

* Media de 3 repeticiones + Desviación estándar.

La bebida fermentada sin pulpa presentó un incremento de sólidos totales (0,3%), sólidos solubles (0,16%) y acidez (0,04%) y una disminución del pH (10,58%), debido a la fermentación de los azúcares presentes (glucosa, galactosa y restos de lactosa) por las bacterias. La grasa disminuyó levemente en un 0,03%, mientras que la proteína se incremento en un 0,26% comparada con la bebida pasteurizada.

La Tabla 4 presenta los resultados de la prueba sensorial realizada a las bebidas saborizadas con pulpa de maracuyá. La bebida con 5% de pulpa fue la menos preferida y la de 10% de pulpa de maracuyá fue la más preferida ($p \leq 0,05$), mientras que las bebidas con 7,5; 12,5 y 15% no presentaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$). Los catadores comentaron que les gustó la combinación de la bebida láctea con sabor a maracuyá, calificandolo de novedoso e interesante, al utilizar y agregar valor a un subproducto de la industria quesera. Con base en lo anterior, se seleccionó la bebida de suero deslactosado y fermentado con 10% de pulpa de maracuyá.

Tabla 4
Resultados de la prueba sensorial
de ordenamiento-preferencia

Pulpa (%)	Resultado*
5	219 ^a
7,5	181 ^{ab}
10	156 ^b
12,5	188 ^{ab}
15	172 ^{ab}

* Medias con misma letra no difieren entre sí al nivel del 5% de probabilidad para el test de Friedman (dms = 47, 6).

Conclusiones

El uso de tres tratamientos enzimáticos en la hidrólisis de la bebida a base de suero obtuvo el mismo porcentaje de variación del punto crioscópico y por ende el mismo grado de hidrólisis, siendo el tratamiento seleccionado aquel que contenía la concentración más baja de enzima β -galactosidasa favorecido por el bajo costo de producción. La relación bebida deslactosada y fermentada/pulpa preferida por los consumidores fue de 90/10, calificada como novedosa y mejoradora de las características del suero.

Referencias bibliográficas

1. Londoño M., Sepúlveda J., Hernández A. y Parra J.: "Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*". Rev. Fac. Nacional Agropecuarias de Medellín, Vol. 61, No. 1 (2008) 409-442.
2. Haraguchi F., Abreu W. y De Paula H.: "Proteínas do soro de leite: composição propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana". Rev. de Nutrição, Vol. 14, No. 9 (2006) 479-488.
3. Agronet, 2011. "Producción anual de quesos". <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/AnalisisEstadisticas> [accedido: 20 Ene de 2012].
4. Samartín S.: "Características de la función inmune celular en pacientes con alergia o con intolerancia a las proteínas de la leche de vaca: estudio comparativo." Tesis Doctor en Farmacia, Universidad Complutense de Madrid (2003).
5. Jackson D. y Stoppani J.: "The new "NO": Oxide nitric". Rev. Muscle and Fitness, Vol. 68, No. 3 (2008) 172-173.
6. Rivella. "Rivellainternational". <http://www.rivella.com/com> (2011) [accedido: 20 Ene 2012].
7. Flórez I. y Peña C.: "Utilización del lactosuero de queso fresco en la elaboración de una bebida, con adición de pulpa de maracuyá (*Paspiflora edulis*) y diferentes mezclas de carboximetilcelulosa (CMC), enriquecida con vitaminas A y D". Tesis Ingeniero Agrícola y de Alimentos, Univ. Nacional de Medellín y de Córdoba (2003).
8. Lara P. y Caselles C. 2003. Biotransformación del lactosuero con microorganismos del kéfir para obtener una bebida refrescante tipo lácteo. Revista de Microbiología, Vol. 2, No. 2 (2003) 15-23.
9. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists.: "Official Methods of Analysis", Ed Washington, USA (1990).
10. FAO.: "Procesamiento de lácteos". ITDG (1998).
11. Castro A.: "Ganadería de leche un enfoque empresarial: producción bovina" Euned, Costa Rica (2002).

12. NTC: "Norma Técnica Colombiana 5468: zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y concentrados de frutas". Ed. Icontec, Colombia (2008).
13. CODEX.: "Norma general del codex para los aditivos alimentarios" http://www.codexalimentarius.net/gsfonline/CXS_192s. p (1995).
14. NTC: "Norma Técnica Colombiana 3856: Productos lácteos. Leche UHT, larga vida y leche ultrapasteurizada". Ed. Icontec, Colombia (2004).
15. McSweeney P. and Fox P.: "Advanced dairy chemistry: lactose, water, salts and minor constituents" Ed. Springer Science. USA (2003).

Recibido el 23 de Junio de 2012

En forma revisada el 23 de Septiembre de 2013