

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL LACTOSUERO OBTENIDO DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO BLANCO APLICANDO UN MÉTODO ARTESANAL

Physicochemical Characterization of whey Obtained by Cheese Making Process Aplying an Artisanal Method

Mónica Molero-Méndez ¹, Gustavo Castro-Albornoz ² y Wilfido Briñez-Zambrano ³

¹Departamento de Física, Ciclo Básico, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Teléfono: 0414-6426638. E-mail: mmolero@fing.luz.edu.ve. ²Unidad de Investigación de Tecnología de Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. ³Unidad de Investigación de Tecnología de Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia.

RESUMEN

El lactosuero (LS) es un subproducto líquido obtenido de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso. El mismo constituye una fuente económica de proteínas, las cuales otorgan múltiples propiedades en muchos alimentos. Investigaciones han demostrado diversidad de usos nutricionales de este subproducto, concluyéndose que es más beneficioso emplearlo que descartarlo. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición físico-química del LS obtenido de un proceso estandarizado de elaboración de queso blanco por un método artesanal, con la finalidad de asegurar que éste sea atractivo para su uso como sustrato de alta calidad alimenticia en la formulación de bebidas fermentadas. La leche empleada como materia prima fue sometida a un análisis físico-químico previo, determinándose pH, acidez titulable (AT), punto crioscópico, cenizas y sólidos totales (ST), de acuerdo a lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN. La caracterización físico-química del LS consistió en la determinación de pH, AT, ST, grasa (G), proteína (P) de acuerdo a lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN, y la determinación de lactosa y minerales (LM) se realizó por diferencia analítica. Los valores obtenidos fueron analizados estadísticamente haciendo uso del paquete estadístico SAS. Los resultados arrojados para el LS clasifican al mismo como suero dulce, con excelentes características nutricionales y atractivo para ser utilizado en tecnología de alimentos para la producción de bebidas fermentadas probióticas, proteicas, entre otras aplicaciones.

Palabras clave: Lactosuero; bebida fermentada; probiótico.

ABSTRACT

Whey (W) is a liquid by-product obtained from the coagulation of milk during cheese production. It is an economic source of protein, which provides multiple properties in many foods. Research has shown a diversity of nutritional uses of this byproduct, concluding that it is more beneficial to use it than to discard it. The objective of this research was to evaluate the physicochemical composition of W obtained from a standardized process of white cheese elaboration by artisanal methods, in order to verify that it is attractive for its use as a substrate of high nutritional quality in the formulation of Fermented beverages. The milk used as raw material was submitted to a previous physical-chemical analysis, determining pH, titratable acidity (TA), cryoscopic point, ash and total solids (TS), according to the Venezuelan COVENIN standard. The physico-chemical characterization of W consisted of the determination of pH, TA, TS, fat (F), protein (P) according to the Venezuelan Standard COVENIN, and determination of lactose and minerals (LM) by analytical difference. The values obtained were statistically analyzed using the SAS statistical package. The results obtained for W classify it as a sweet whey, with excellent nutritional characteristics and attractive to be used in food technology for the production of probiotic, protein fermented beverages, among other applications.

Key words: Whey; fermented beverage; probiotics.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente, entre 85 y 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero (LS). Este último se define como el líquido obtenido por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso, de color verde-amarillento, translúcido, sabor débilmente dulce con carácter ácido, y un contenido de materia seca del 5,5 al 7%, [3, 11, 13]. Retiene cerca del 55% del total de los sólidos de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales [1].

El LS resulta ser un producto de alta calidad energética y nutricional, por lo que no se debería denominar subproducto, como es nombrado comúnmente. Para la alimentación humana, éste es una fuente importante de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales; debido a que las proteínas del LS, constituidas principalmente por albúminas y globulinas; y una pequeña fracción de las caseínas que se hace soluble en el suero después del proceso de coagulación, tienen un elevado valor biológico por contener todos los aminoácidos esenciales en las proporciones adecuadas [12]. Cada aminoácido presente en el LS dulce excede las recomendaciones de consumo nutricional de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de Salud, OMS [12]. Investigaciones han demostrado diversidad de usos nutricionales de este subproducto, siendo los más comunes la producción de queso ricota y requesón, elaboración de suero en polvo, concentrado de proteínas lácteas y diversidad de bebidas, por lo que resulta más beneficioso emplearlo que descartarlo.

La composición del LS puede variar dependiendo del proceso de elaboración y tipo de queso, y según su acidez puede ser ácido o dulce. Las características del mismo pueden afectar el proceso empleado para la formulación de una bebida fermentada o cualquier proceso tecnológico en el cual éste vaya a ser empleado.

De allí que el estudio de la composición físico-química del LS es un paso fundamental para poder ser empleado como materia prima. Y resulta ideal, poder obtenerlo de un proceso de elaboración de queso estandarizado, que asegure a su vez, un LS de características homogéneas que no afecte el proceso de elaboración de productos a partir de este.

El objetivo central de esta investigación fue evaluar la composición físico-química de LS obtenido de un proceso estandarizado de elaboración de queso blanco por método artesanal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La leche empleada para la elaboración del queso blanco fue leche cruda (LC) de vaca (*Bos taurus*) obtenida del total del ordeño diario de un rebaño de 30 animales, manejados en la hacienda Santa María, Sector Ambrosio, parroquia José Ramón Yépez del municipio Jesús Enrique Losada del estado Zulia, Venezuela. La misma se mantuvo en refrigeración mediante

el uso de una cava durante el transporte hasta su llegada al laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, donde se realizaron las pruebas y ensayos pertinentes.

La LC fue sometida a una evaluación físico-química antes de ser empleada en el proceso de elaboración del queso. Con el fin de garantizar que se encontraba en condiciones óptimas, se determinaron las siguientes características: pH, acidez titulable (AT), punto crioscópico, sólidos totales (ST) y ceniza, mediante la metodología descritas en las normas COVENIN respectivas [3-5, 9].

Para la determinación del pH se empleó un potenciómetro marca ORION® modelo 410A (Orion Research INC, EUA). El punto crioscópico fue determinado utilizando un Crioscopio marca Advanced Cryoscope® modelo 4250 Single Cryoscope (Advanced Instruments, EUA).

OBTENCIÓN DEL LACTOSUERO

Para la obtención del LS se elaboraron quesos blancos a nivel de laboratorio, de acuerdo al procedimiento descrito a continuación, manteniendo las condiciones similares todas las veces que se repitió el proceso y verificando que la composición del suero fuese la misma.

1. La LC se sometió a calentamiento empleando una plancha termoeléctrica marca Fisaton® (Fisatom Equipamentos Científicos Ltda, São Paulo, SP Brasil) a 65°C
2. La temperatura se controló entre 60 y 65°C por 20 minutos (min), mediante el uso de un termómetro marca BCR® (BCR Internacional, México).
3. Se dejó enfriar hasta 40°C.
4. Se adicionó cloruro de calcio (CaCl_2) grado alimentario, pureza 92%, al 0,03% (p/v).
5. Transcurridos 2 min, se adicionó cuajo en polvo diluido al 0,01% (p/v).
6. La mezcla se dejó reposar por 45 min, tiempo en el cual ya se observaba formación de la cuajada.
7. Se cortó la cuajada, separándolo del suero remanente, filtrándolo para evitar el arrastre de finos de cuajada.
8. Este último se vertió en envases estériles, sellados y se mantuvo en refrigeración para su caracterización y ensayos necesarios.

Este procedimiento se realizó 30 veces, y el LS obtenido se analizó físico-químicamente, determinándose pH, AT y ST, grasa (G), proteínas (P) de acuerdo a lo descrito en la norma COVENIN [3-7, 9]. Además se determinó la concentración de lactosa y minerales (LM), de acuerdo a Bríñez y col. [2] por balance de masa.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El proceso de elaboración de quesos se repitió unas 15 veces (lotes), haciéndose los análisis físico-químicos por triplicado. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SAS en su versión 8,1 [21]. Se calcularon los valores promedios para las variables determinadas y se realizó un análisis de varianza

(ANOVA) para determinar diferencias entre lotes. Las diferencias se consideraron significativas a un valor $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La TABLA I muestra los resultados de la caracterización físico-química de la LC empleada para la obtención del LS.

TABLA I
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA LECHE CRUDA

	PROMEDIO (n=3)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	NORMA COVENIN 903-93
pH	6,84	0,01	--
Acidez titulable (mL NaOH 0,1N/100 mL)	18	0,0	15-19
Sólidos totales (%p/v)	12,8	0,5	12,0 (MIN)
Cenizas (%p/v)	0,75	0,02	0,7-0,8
Crioscopía (°H)	-0,548	0,01	(-0,555) –(-0,540)

De los resultados obtenidos para la LC se puede observar que todos los valores entran dentro de los rangos permitidos por la Norma 903-93 [8] en la que se establecen los requisitos físico-químicos que este líquido debe contener. Entre los requisitos que menciona la norma no encuentra el parámetro del pH, sin embargo, para tener control sobre la medida de acidez de la leche puede utilizarse el patrón de la acidez titulable como lo establece la norma. Para las muestras de leche utilizadas en esta investigación, la AT tuvo un valor promedio de 18 mL NaOH 0,1N/100 mL, valor que está dentro del rango contemplado en la norma citada. De la misma forma, tanto las cenizas como los ST y el punto crioscópico determinados experimentalmente, entran en el rango establecido.

El valor del punto crioscópico es de suma importancia porque deja en evidencia si la leche ha sufrido o no adulteraciones por adición de agua. La determinación del punto crioscópico se basa en el hecho de que las sustancias disueltas en un líquido provocan un descenso del punto de congelación, el cual es directamente proporcional a la concentración del soluto e inversamente proporcional a su peso molecular [3]. La variación del punto de congelación de un líquido o solución indica la adición de sustancias solubles o la dilución del mismo. En el caso de la leche, una dilución con agua hace que su punto de congelación tienda hacia cero 0°C. En cambio la adición de sales u otras sustancias solubles provoca un mayor descenso del punto de congelación. El valor promedio obtenido para las muestras analizadas (-0,548°H) se encuentra dentro del rango establecido por la norma COVENIN (LC), garantizando una materia prima sin adulteraciones.

El valor promedio obtenido para ST (12,8%) y cenizas (0,75%) también evidencian una leche con alta calidad nutricional, con la presencia de carbohidratos, grasa, proteína y minerales que puedan garantizar posteriormente un LS con alta calidad alimenticia.

El ANOVA de los datos de la leche utilizada, no mostró diferencias significativas entre las muestras obtenidas, lo cual permitió, como se observará más adelante, la obtención de un LS con características físico-químicas estándar.

La TABLA II muestra la caracterización físico-química del LS.

TABLA II
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL LACTOSUERO

	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
pH	6,5	0,01
Acidez titulable (mL NaOH 1N/100 l)	15	0,00
Sólidos totales (%p/v)	7,25	0,09
Grasa (%p/v)	0,5	0,00
Proteínas (%p/v)	1,0	0,00
Lactosa y minerales (%p/v)	5,75	0,00

Se aprecia un valor de pH de 6,5 el cual es muy parecido los valores reportados por De Paula y col. [10], Sepúlveda y col. [20] y Londoño y col. [15] cuyos resultados para LS dulce fueron de 6,58; 6,5 y 6,47, respectivamente; resulta ligeramente superior al determinado por Montero y col. [18] cuyo análisis arrojó un pH de 5,6. El valor de 6,5 obtenido entra dentro de la clasificación mencionada por Parra [19] para el LS dulce, quien establece un rango de pH para este tipo de LS entre 5,6 y 6,6.

La acidez titulable de 15 mL NaOH 0,1N/100 mL corresponde a 0,13% de ácido láctico el cual es muy similar al reportado por De Paula y col. [10] y Martínez y col. [16] (0,12%); algo superior al determinado por Londoño y col. [15] y Sepúlveda y col. [20] (0,08%).

Para la elaboración de productos a partir de LS es ideal contar con suero dulce, ya que el mismo como materia prima deberá pasar por un proceso de pasteurización, y siendo que el pH y la AT pueden afectar esa etapa, si se trabaja con un suero ácido, será necesario un paso previo para la neutralización de la acidez. Por otro lado, si se van a utilizar cultivos bacterianos para la fermentación, la acidez inhibe el crecimiento de estos, y con ello las características del producto obtenido.

La determinación de los ST resulta muy semejante a lo reportado por Montero y col. [18]. (7,09%); ligeramente alto comparado con lo encontrado por Miranda y col. [17], Martínez y col. [16] y De Paula y col. [10] (6,41; 6,83; 6,83%, respectivamente). El porcentaje de ST obtenidos (7,25%) deja en evidencia la efectividad del proceso de elaboración del queso, y nuevamente de la calidad de la leche. Si se comparan los ST determinados para la LC (12,8%) con los del LS (7,25%), se observa que el 56,6% de los determinados en la leche están presentes en el LS, lo que garantiza un sustrato con alta calidad alimenticia para la posterior formulación de bebidas fermentadas.

En cuanto a la grasa, el resultado es muy semejante a los reportados por Montero y col. [18] y De Paula y col. [10] (0,46 y 0,4%); es superior al resultado descrito por Parra [19]. (0,15%) y superior al determinado por Sepúlveda y col. [20] quienes indicaron no haber contenido de grasa en las muestras de LS analizadas.

La proteína arrojó un valor muy similar al descrito por De Paula y col. [10] (0,98%), Linares y col. [14] (0,6%-1%), Miranda y col. [17] (0,93%), Martínez y col. [16] (0,98%), Londoño y col. [15] (0,95%) y Parra [19] (0,83%); e inferior al determinado por Montero y col. [18] (2,19%).

El contenido de lactosa y minerales, se consiguió algo superior a los reportados por Martínez y col. [16] (4,54%) y Londoño y col. [15] (4,8%); pero similar al determinado por Miranda y col. [17]. 5,01%) y Parra [19] (5,08%).

Las diferencias encontradas entre los resultados de esta investigación y los autores citados pueden estar asociadas con la procedencia de la leche empleada para la fabricación del queso y diferencias en el proceso de obtención del LS; a las condiciones

ambientales, ordeño y clima, que son factores que afectan directamente la composición y las características físico-químicas de la leche y por consiguiente del LS y también con las técnicas empleadas en la elaboración del queso.

El ANOVA no reveló diferencias significativas entre los lotes de suero obtenido, indicando que con el proceso de elaboración de queso señalado, permite obtener un suero con características físico-químicas ideales para ser usado como base para la elaboración de una bebida láctea fermentada.

CONCLUSIONES

La leche empleada como materia prima para la obtención del LS cumplió con los requisitos establecidos en la Norma Venezolana COVENIN referente a la LC. El LS evaluado tiene características que corresponden a LS dulce. El proceso de elaboración de quesos empleados permitió obtener un LS con valores que evidencian excelentes características nutricionales, reflejado fundamentalmente en el porcentaje de proteínas y lactosa y minerales, lo que lo hace atractivo para su uso posterior como sustrato en la elaboración de bebidas fermentadas probióticas, protéicas, bebidas energizantes, entre otras aplicaciones.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, específicamente al laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Leche por permitir la realización de los ensayos pertinentes a esta investigación. También al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CONDES por el apoyo y financiamiento parcial (Proyecto CC-0640-13) otorgado en la consecución de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AIDER, M.; DE HALLEUX, D.; MELNIKOVA, I. Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. **Innovat. Food Sci. Emerg. Technol.** 10(3): 334-341. 2009.
- [2] BRIÑEZ, W. J.; VALBUENA, E.; CASTRO, G.; TOVAR, A.; RUIZ, J.; ROMÁN, R. Efectos del mestizaje, época del año, etapa de lactancia y número de partos sobre la composición de leche cruda de vacas mestizas. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XIII(6): 490-498. 2003.
- [3] COVENIN 940-82. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Determinación del Punto crioscópico en Leche Fluida. Pp 8-10.1982.
- [4] COVENIN 658-1997. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Determinación de Acidez Titulable para Leche y sus derivados. Pp 1-2.1997.

- [5] COVENIN 1315-79. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Determinación de pH. Pp 5-6. 1979.
- [6] COVENIN 370:1997. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Determinación de Proteínas para Leche y sus Derivados, Pp 3-5. 1997.
- [7] COVENIN 1053-82. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Determinación de Grasa por el Método de Gerber, Pp 10-12. 1982.
- [8] COVENIN 903-93. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Leche cruda. Pp 5. 1982.
- [9] COVENIN 368-97. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Determinación de cenizas para leche y sus derivados. Pp 3-6. 1982.
- [10] DE PAULA, C.; MARTINEZ, A. P.; NUÑEZ, M. Evaluación sensorial de una bebida deslactosada y Fermentada a partir de Lactosuero adicionada con pulpa de maracuyá. In: **Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos**. Valencia, 13-16/01. España. Pp 93-100. 2014.
- [11] FOEGEDING, E.; LUCK, P. Whey protein products. **Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition**. Academic Press, New York. Cap.2. Pp 235. 2002.
- [12] GLASS, L.; HEDRICK, T. Nutritional composition of sweet and acid type dry wheys. **II J. Dairy Sci**. 60: 190-194. 1994.
- [13] JELEN, P. Whey processing. Utilization and Products. **Encyclopedia of Dairy Sciences**. Academic Press, London, UK. Pp 2739-2745. 2003.
- [14] LINARES, G.; DÍAZ-SÁNCHEZ, L.; HARO, R.; PUELLES, J.; ARANA, L.; RETTO, P.; RICCE, C. Efecto de las diferentes proporciones de pulpa de frutas cítricas en la aceptabilidad sensorial de una bebida fermentada y proteica elaborada a partir de lactosuero residual. **Agroindustr. Sci**. 4 (2): 65-73. 2015.
- [15] LONDOÑO, M.; SEPÚLVEDA, J.; HERNÁNDEZ, A.; PARRA, J. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. **Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín**. 61(1): 4409-4421. 2008.
- [16] MARTÍNEZ, A.; DE PAULA C.; SIMANCA, M. Fermented milk drink from cheese whey with added passion fruit pulp. **Rev. Tecn. Univ. Zulia**. 3: 202-209. 2013.
- [17] MIRANDA, O.; FONSECA, P.; PONCE, I.; CEDEÑO, C.; RIVRO, L.; MARTI, L. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. Características Distintivas y Control de Calidad. **Rev. Cub. Alim. Nutr**. 17(2): 103-108. 2007.
- [18] MONTERO, M.; JUÁREZ, F.; GARCÍA, H. Suero de leche fermentado con lactobacilos para la alimentación de becerros en el trópico. **Agrocien**. 43. 585-593. 2009.
- [19] PARRA-HUERTAS, R. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. **Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín**. 62(1): 4967-4982. 2009.
- [20] SEPÚLVEDA, J.; FLÓREZ, L.; PEÑA, C. Utilización de Lactosuero de queso fresco en la elaboración de una bebida fermentada con adición de pulpa de Maracuyá (*Passiflora edulis*) variedad púrpura y Carboximetil celulosa (CMC), enriquecida con vitaminas A y D. **Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín**. 5(2): 1633-1674. 2002.
- [21] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS). User's Guide Statistic. Versión 8.1. 646 pp. 2000.