



**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL LACTOSUERO OBTENIDO DEL QUESO FRESCO
PASTEURIZADO PRODUCIDO EN EL TALLER DE PROCESOS LÁCTEOS EN LA ESPAM
“MFL”**

**PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF THE DAIRY OBTAINED FROM THE PASTEURIZED
FRESH CHEESE PRODUCED IN THE DAIRY PROCESS WORKSHOP IN THE ESPAM
“MFL”**

*Ricardo Ramón Montesdeoca Párraga¹
Karen Piloso Chávez²*

(Recibido/received: 7-Enero-2020; aceptado/accepted: 23-Marzo-2020)

RESUMEN: El suero de leche o lactosuero 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. Se han demostrado mediante muchas investigaciones una diversidad de usos nutricionales de este subproducto, determinando que es más provechoso emplearlo que descartarlo. El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición físico-química del lactosuero producido de la elaboración de queso fresco pasteurizado producido en el taller de procesos lácteos de la ESPAM “MFL”, con el propósito de certificar que éste sea significativo para su uso como sustancia de calidad alimenticia en la formulación de bebidas lácteas fermentadas u otros derivados lácteos. La leche empleada como materia prima fue sometida a un análisis físico-químico previo, determinándose sólidos totales (ST), el pH, acidez titulable (AT), densidad y de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2594. La caracterización físico-química del lactosuero consistió en la determinación de sólidos totales (ST), el pH, acidez titulable (AT), grasa, proteínas, densidad y la determinación de lactosa y minerales (LM) se realizó por diferencia analítica. Los valores obtenidos fueron analizados estadísticamente haciendo uso del paquete estadístico SPSS. Los resultados arrojados para el lactosuero clasifican al mismo como suero dulce, con excelentes características nutricionales e importantes para ser utilizado para la producción de bebida láctea fermentadas con probióticos, suplementos de proteína, entre otras aplicaciones.

PALABRAS CLAVE: Lactosuero; bebida láctea; probióticos, proteína.

¹ Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” Campus Politécnico El Limón Km 2 1/2 Vía al Morro, Calceta, Manabí, Ecuador. Teléfono: (593) 986351693. ricardomontesdeoca1982@gmail.com

² Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 vía Calceta – Morro – El Limón Sector La Pastora, Calceta, Manabí, Ecuador.

ABSTRACT: Milk serum or whey is a liquid by-product obtained from the coagulation of milk during cheese making. It constitutes an economic source of protein, which gives multiple properties in many foods. Varieties of nutritional uses of this by-product have been demonstrated through many researches, determining that it is more profitable to use it than to discard it. The objective of this research was to evaluate the physical-chemical composition of the whey produced from the production of fresh pasteurized cheese produced in the dairy process in the area of the ESPAM "MFL", in order to certify that it is significant for its use as a substance Food grade in the formulation of fermented milk drinks or other dairy products. The milk used as raw material was subjected to a previous physical-chemical analysis, determining total solids (ST), pH, titratable acidity (AT), density and according to what is established in the Ecuadorian Technical Standard INEN 2594. Physical characterization -whey chemistry consisted of the determination of total solids (ST), pH, titratable acidity (AT), fat, proteins, density and the determination of lactose and minerals (LM) was performed by analytical difference. The values obtained were statistically analyzed using the SPSS statistical package. The results obtained for the whey classify it as sweet whey, with excellent nutritional characteristics and important to be used in food technology for the production of dairy drinks fermented with probiotics, protein supplements, among other applications.

KEYWORDS: Whey; Milk drink; probiotics, protein.

INTRODUCCIÓN

Alrededor de un 85 y 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero. Este es definido como un subproducto líquido obtenido de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso, de color verde amarillento, translúcido, sabor débilmente dulce con carácter ácido, y un contenido de materia seca del 5,5 al 7%. Retiene cerca del 55% del total de los sólidos de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales (Molero *et al.*, 2018), por otra parte Callejas *et al.*, (2017), agrega que el suero se produce al alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína con anulación de las cargas eléctricas que las mantienen separadas por las fuerzas de repulsión que generan, impidiendo así la floculación.

El lactosuero, es fuente importante de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales; debido a que las proteínas del mismo, 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. El lactosuero, puede ser usado en 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 (Molero *et al.*, 2018).

La composición del lactosuero puede variar dependiendo del proceso de elaboración y tipo de queso, y según su acidez (ácido o dulce), por ello es importante el estudio de la composición físico-química de un lactosuero proveniente de un proceso estandarizado (Molero *et al.*, 2018).

La composición del lactosuero se puede modificar dependiendo del proceso de elaboración o por los tipos de quesos y también por su acidez pueden ser ácidos o dulces. Las características del mismo pueden afectar el proceso empleado para la formulación de una bebida láctea fermentada con o sin probióticos o cualquier proceso tecnológico de producción alimenticia en el cual éste vaya a ser utilizado.

Es de allí que el estudio de la composición físico-química del lactosuero es un camino elemental para poder ser utilizado como materia prima. Ya que a su efecto es absoluto poder obtenerlo de un proceso de elaboración de queso fresco pasteurizado ya establecido que este asegure a su vez, un lactosuero de características homogéneas.

El objetivo central de esta investigación fue evaluar la composición físico-química del lactosuero obtenido del proceso de queso fresco pasteurizado elaborado en el taller de procesos lácteos de la ESPAM MFL.

METODOLOGÍA

La leche empleada para la elaboración del queso fresco pasteurizado fue leche cruda de vaca obtenida del total del ordeño diario del hato bóvido de la Carrera de Medicina Veterinaria de la ESPAM "MFL", en el Campus Politécnico El Limón, Calceta, Manabí, Ecuador. La misma se mantuvo en refrigeración mediante el uso de bidón durante su traslado hasta su llegada al el taller de procesos lácteos de la Carrera de Agroindustria ESPAM "MFL", este lactosuero se vertió en envases estériles, y se mantuvo en refrigeración para sus pruebas y ensayos pertinentes.

La leche cruda fue sometida a una evaluación físico-química antes de ser empleada en el proceso de elaboración del queso fresco pasteurizado. Con la finalidad de certificar que se encontraba en condiciones óptimas, se determinaron las siguientes características: pH, acidez titulable, densidad, sólidos totales, mediante la metodología descritas en la NTE INEN 0009.

Para la obtención del lactosuero se elaboraron quesos frescos pasteurizados en el taller de procesos lácteos, de acuerdo al procedimiento descrito a continuación, conservando las condiciones similares las veces que se repitió el proceso y comprobando que la composición del lactosuero fuese el mismo.

1. La leche cruda se sometió a calentamiento utilizando una Pastomaster 60 RTL marca Carpigiani a 65°C.
2. La temperatura se controló entre 60 y 65°C por 30 minutos, mediante el uso de un termómetro marca Taylor (USA).
3. Luego se realizó el enfriamiento hasta 38°C.
4. Inmediatamente, se adicionó cuajo en líquido 0,01% (p/v).
5. La mezcla se dejó reposar por 45 min, tiempo en el cual ya se formó la cuajada.
6. Se procedió al corte de la cuajada, separándola del lactosuero, filtrándola para evitar el acarreo de cuajada.

Este último (lactosuero) se vertió en envases estériles, sellados y se mantuvo en refrigeración para su caracterización y pruebas necesarias.

Los análisis fisicoquímicos realizados en el lactosuero, fueron: acidez, densidad, grasa, pH, sólidos totales, lactosa y proteína.

La acidez del lactosuero fue determinada mediante titulación (NTE INEN 0013), el porcentaje de proteína por el método AOAC (2016), 2001.11 (citado en NTE INEN 0465) la densidad se determinó a través del lactodensímetro de Quévenne (NMX-F-424-S.), la grasa, por el método de Gerber (NTE INEN 0012), cenizas (minerales) y sólidos totales, se determinó por lo establecido por la (NTE INEN 0014), el pH a través del método AOAC 973.41, todos estos análisis están referenciados en la NTE INEN 2594, el % de lactosa mediante el método AOAC 984.15.

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 SPSS en su versión libre 21. Se calcularon los valores promedios para las variables determinadas y se realizó un análisis de varianza (ADEVA) para determinar diferencias entre lotes. Las diferencias se consideraron significativas a un valor $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización físico-química de la leche cruda utilizada para la obtención del lactosuero.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de la leche cruda de la ESPAM MFL

Análisis	Resultados (Promedios)	Desviación Estándar	Norma INEN 0009	
			Mín.	Máx.
pH	6,71	0,03	6,8	6,4
Acidez titulable (%)	0,17	0,01	0,11	0,17
Sólidos Totales (%)	13,27	0,06	11,2	----
Densidad (g/ml)	1,031	0,00	1,028	1,032
Punto crioscópico (°H)	-0,492	0,00	-0,555	-0,530
Grasa (%)	4,1	0,10	3	----
Cenizas (%)	0,68	0,01	0,65	----
Proteína (%)	3,36	0,02	2,9	----
Lactosa (%)	4,3	0,10	----	----

Los resultados obtenidos para la leche cruda se puede observar que todos los valores entran dentro de los rangos permitidos por la Norma INEN 0009, en la que se establecen los requisitos físico-químicos que debe contener. Entre los requisitos que menciona la norma no se encuentra el parámetro del pH y lactosa, sin embargo, para tener control se analizaron dentro de las muestras de leche utilizadas en esta investigación de estos dos parámetros, obteniendo un valor promedio de pH (6,71) y lactosa (4,3%), la acidez titulable obtuvo un valor de (0,17 %), valor que está dentro del rango contemplado en la norma citada. De la misma forma la densidad relativa, el porcentaje de cenizas, sólidos totales, proteína, materia grasa, lactosa 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 en el punto de congelación, el cual es directamente proporcionado a la concentración del soluto e inversamente proporcional a su peso molecular. 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 otras sustancias solubles provoca un mayor descenso del punto de congelación. El valor promedio obtenido para las muestras analizadas (-0,492°H) se encuentra dentro del rango establecido por la norma técnica ecuatoriana INEN 0009, garantizando una materia prima de calidad.

El valor promedio obtenido de la densidad relativa (1,031 g/ml), para sólidos totales (13,27%), proteínas (3,36 %), materia grasa (4,1 %) y cenizas (0,68%) también evidencian que la leche obtuvo alta calidad nutricional, con la presencia de carbohidratos, grasa, proteína y minerales que puedan garantizar posteriormente un lactosuero con alta calidad alimenticia.

El ADEVA de los datos de la leche investigada, no mostró diferencias significativas entre las muestras obtenidas, lo cual permitió, como se mostrará más adelante, la obtención de un lactosuero con características de calidad físico-químicas modelo. En la tabla 2 se muestra la los resultados de la caracterización físico-química del lactosuero.

Tabla 2. Caracterización físico-química del lactosuero

Análisis	Resultados (Promedios)	Desviación Estándar	Norma INEN 2594	
			Mín.	Máx.
pH	6,66	0,02	6,8	6,4
Acidez titulable (%)	0,11	0,01	----	0,16
Sólidos Totales (%)	5,85	0,01	----	----
Grasa (%)	0,7	0,10	----	0,3

El Higo Revista Científica / Volumen 10. No. 01, pp. 2-10 / Junio 2020

Proteína (%)	0,94	0,01	0,8	----
Lactosa (%)	3,71	0,01	----	5

Se aprecia un valor de pH de 6,66 rango establecido por la NTE INEN 2594, el cual están dentro de los valores reportados por Molero *et al.*, (2017) y Alava *et al.*, (2014) cuyos resultados para lactosuero dulce fueron de 6,5 y 6,52, respectivamente.

La acidez titulable de 0,11% de ácido láctico, valor cercano al establecido por la NTE INEN 2594, especificando un máximo de acidez de 0.17% para sueros dulces, el cual es muy similar al reportado por Guerrero *et al.*,(2016) de 0,105%; Alava *et al.*,(2014) de (0,08%); algo superior al determinado por Molero *et al.*,(2017) reportaron acidez titulable de 0.13 % de ácido láctico, con el uso 15 mL NaOH 0,1N/100 mL.

Para la elaboración de productos a partir de lactosuero es ideal contar con suero dulce, ya que esta materia prima deberá pasar por un proceso de pasteurización y siendo que el pH y la acidez titulable pueden afectar este proceso, si se elabora con un suero ácido, será necesario un paso previo para la neutralización de la acidez. Por otro lado, si se van a utilizar cultivos microbiológicos para la fermentación, la acidez inhabilita el crecimiento de los microorganismos y con ello las características físicos-químicas y microbiológicas del producto a procesar.

La determinación de los Sólidos Totales resulta un poco inferior a lo reportado por Guerrero *et al.*,(2016) y Alava *et al.*,(2014), (6.365%),y (6.65%), respectivamente, ligeramente alto comparado con lo encontrado por Molero *et al.*,(2017), 7. 25 %. El porcentaje de sólidos totales obtenidos 5.85% deja en evidencia la garantía del proceso de elaboración del queso y la calidad de la leche cruda. Si se comparan los sólidos totales determinados para la leche cruda (13.27 %) con los del lactosuero (5.85%), se observa que el 44.08 % de los determinados en la leche están presentes en el lactosuero, lo que avala una sustancia con calidad alimenticia para que posteriormente se formulen bebidas fermentadas.

En cuanto a la grasa, el resultado está por encima de lo establecido en la NTE INEN 2594, el valor del lactosuero analizado es de 0.7 % mientras que la norma establece un valor máximo para sueros dulces de 0.3%, es superior a los reportados por Molero *et al.*,(2017), Guerrero *et al.*,(2016) y Alava *et al.*,(2014),de 0.5%, 0.635 y 0.42%); respectivamente, quienes indicaron el contenido de grasa en las muestras de Lactosuero analizadas.

La proteína arrojó un valor de 0.94 % muy similar al descrito por Molero *et al.*, (2017) de 1 %), y muy inferior al reportado por Alava *et al.*, (2014), de 1.816%.

El contenido de lactosa alcanzo un 3.71% encontrándose cerca del nivel máximo establecido por la NTE INEN 2594 de 5%, un rango algo inferior a los reportados por Alava *et al.*,(2014) y Molero *et al.*,(2017), de 3.89% y 5.75% respectivamente.

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 las diferencias en el proceso de obtención del lactosuero, como también a las condiciones ambientales, ordeño y época climática, que son factores que afectan directamente la composición y las características físico-químicas de la leche y que esta relacionados al lactosuero y también con las técnicas practicantes en la producción de queso fresco pasteurizado.

El ADEVA no reveló diferencias significativas entre los lotes de lactosuero obtenido, indicando que con el proceso de obtención del queso descrito, permitió obtener un lactosuero con características físico-químicas con estándares análogas para ser utilizado como parte o base en la producción de bebidas lácteas fermentadas. En la tabla 3 se muestra la comparación de medias de los lotes de lactosuero.

Tabla 3. Comparación de medias de los lotes de lactosuero						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Inter-grupos	,001	2	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	0	.		
	Total	,001	2			
Acidez titulable	Inter-grupos	,000	2	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	0	.		
	Total	,000	2			
Sólidos totales	Inter-grupos	,000	2	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	0	.		
	Total	,000	2			
Grasa	Inter-grupos	,020	2	,010	.	.
	Intra-grupos	,000	0	.		
	Total	,020	2			
Proteína	Inter-grupos	,000	2	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	0	.		
	Total	,000	2			
Lactosa	Inter-grupos	,000	2	,000	.	.

	Intra-grupos	,000	0	.		
	Total	,000	2			

CONCLUSIONES

La leche utilizada como materia prima para la obtención del lactosuero cumplió con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0009 para leche cruda. El Lactosuero investigado tiene características que corresponden a lactosuero dulce. En el proceso de elaboración de quesos frescos establecido por el taller de procesos lácteos de la ESPAM MFL permitió obtener un lactosuero con valores que evidencian excelentes características nutricionales, reflejado fundamentalmente en el porcentaje de proteínas y lactosa y minerales según lo rige la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2594, lo que lo hace interesante para su uso, como una sustancia importante en la elaboración de bebidas lácteas fermentadas con o sin probióticos, protéicas, bebidas energizantes, entre otras aplicaciones.

REFERENCIAS

- Alava, C; Gómez, M; Maya, J. 2014. Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. Pasto, CO. SENA. Vol 1. p 28.
- Callejas, J; Prieto, F; Reyes, V; Marmolejo, Y; Méndez, M. 2017. Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. Estado de Hidalgo. MX. Acta Universitaria. Vol. 22. p 11
- Chacón, L; Chávez, A; Rentería, A; Rodríguez, J. 2017. Proteínas del lactosuero: usos, relación con la salud y bioactividades. Monterey, MX. Vol 42. p 713
- Guerrero, J; Ramírez, A; Puente, W. 2016. Caracterización del suero de queso blanco del combinado lácteo Santiago. Santiago de Cuba, CU. Tecnología Química. Vol. 31. p 98
- Molero, M; Castro, G; Briñez, W. 2017. Evaluación Fisicoquímica del lactosuero obtenido de la producción de queso blanco aplicando un método artesanal. Zulia, VE. Revista ReviCyHLUZ. Vol. 27. p 1.
- Molero, M; Castro, G; Briñez, W.2018. Evaluación fisicoquímica del lactosuero obtenido de la producción de queso blanco aplicando un método artesanal. Zulia, VE. Revista Científica, FCV-LUZ. Vol. 17. p 149.
- NMX-F-424-S. 1982. Productos alimenticios para uso humano. Determinación de la densidad en leche fluida. (En línea). Consultado, 15 de jul. 2018. Formato PDF. Disponible en <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-424-S-1982.PDF>
- NTE INEN 0013 (Norma Técnica Ecuatoriana – Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1984. Leche. Determinación de la acidez titulable. (En línea). Consultado, 15 de jul. 2018. Formato PDF. Disponible en <https://ia601906.us.archive.org/30/items/ec.nte.0013.1984/ec.nte.0013.1984.pdf>

NTE INEN 0009. (Ecuadorian Standardization Institute). 2008. Raw milk Requirements. (En línea). Consultado, 15 de noviembre 2019. Formato PDF. Disponible en <https://archive.org/details/ec.nte.0009.2008>

NTE INEN 0014. (Norma Técnica Ecuatoriana – Instituto Ecuatoriano de Normalización). (En línea). Consultado, 15 de noviembre 2019. Formato PDF. Disponible en <https://ia801604.us.archive.org/31/items/ec.nte.0014.1984/ec.nte.0014.1984.pdf>

NTE INEN 12 (Norma Técnica Ecuatoriana – Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1973. Leche. Determinación del contenido de grasa. (En línea). Consultado, 15 de noviembre 2019. Formato PDF. Disponible en <http://studylib.es/doc/4799582/nte-inen-0012--leche.-determinaci%C3%B3n-del-contenido-de-grasa>

NTE INEN 2594 (Norma Técnica Ecuatoriana – Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2011. Suero de leche líquido. Requisitos. (En línea). Consultado, 15 de noviembre 2019. Formato PDF. Disponible en <https://ia601903.us.archive.org/23/items/ec.nte.2594.2011/ec.nte.2594.2011.pdf>.

SEMBLANZA DEL LOS AUTORES



Ricardo Ramón Montesdeoca Párraga, Tecnólogo en Agroindustrias, Ingeniero Agroindustrial, Diploma Superior en Docencia Universitaria, Magister en Procesamiento de Alimentos, doctorante del Doctorado en Ciencias Agrarias de la Universidad del Zulia, Profesor Titular Investigador en la Carrera de Agroindustrias de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” distintivo en: Ciencia y tecnología de la leche y sus derivados.



Karen Piloso Chávez, Magister en Marketing de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, doctorante del Doctorado en Ciencias Agrarias de la Universidad del Zulia. Docente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria MFL y participante en proyecto de investigación orientado a la línea de Desarrollo e Innovación en el sector agropecuario: Profesora en la Carrera de Agroindustrias de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.